

Nytt material för skoglig
produktionsforskning

Tall, gran och björk

New material for forest yield research

Pine, spruce and birch

av

MANFRED NÄSLUND

ABSTRACT

A comprehensive and balanced material is the first prerequisite for forest yield research to provide guidance for practical forestry in important yield problems. In 1941, fieldwork was begun at the then Swedish Institute of Experimental Forestry for a new, large-scale Yield Investigation. The present author, at the time Head of Section at the Institute, planned in detail the Investigation. The fieldwork was completed in 1965.

During the long period of collection of the material, parts of it were processed by research workers for various purposes, and the results published. However, there has been no full account of the reasoning and motives underlying the planning and detailed configuration of the Investigation. This paper aims to provide such an account and at the same time to review the very extensive and detailed material collected.

The Investigation was planned to use a large number of temporary sample plots, laid out both in untouched stands and in stands thinned according to forestry practice; thus pure stands of pine, spruce and birch and mixed stands of these species, are covered by the study.

The statistical analysis of the material, which was collected according to special procedures, is primarily intended to lead to yield models with the help of which yield tables may be constructed, to apply to various natural conditions and under different treatments.

Företal

Det första villkoret för att den skogliga produktionsforskningen skall kunna lämna praktiskt användbara resultat är ett tillräckligt omfattande och allsidigt material. Fältarbetet till den omfattande produktionsundersökning, som med stor framsynthet startades i början av 1940-talet av dåvarande t. f. avdelningsföreståndaren vid statens skogsförsöksanstalt *Manfred Näslund*, är sedan några år tillbaka avslutat så när som på vissa kompletterande observationer. Därmed disponerar produktionsforskningen över ett material som gör det möjligt att lösa ett flertal viktiga produktionsfrågor. Bearbetningen av detta värdefulla och i många avseenden unika material pågår vid institutionen för skogsproduktion. Det är inte minst för de nu verksamma produktionsforskarna av största betydelse, att initiativtagaren till detta stora undersökningsprojekt i föreliggande arbete själv lämnat en utförlig redogörelse för de motiv och tankegångar som låg bakom undersökningens tillkomst och utformning.

Undersökningen har möjliggjorts bl. a. därigenom, att ett betydande belopp kunnat tas i anspråk för detta ändamål av de konjunkturutjämningsmedel — 10 miljoner kronor — som skogsindustrien enligt ett särskilt avtal år 1954 ställde till statens skogsforskningsinstituts förfogande för fullföljandet av ett upprättat forskningsprogram för den närmaste 10-årsperioden. Förhandlingarna mellan Kungl. Maj:t och skogsindustrien om detta för produktionsforskningen betydelsefulla avtal fördes från industriens sida av tekn. dr *Gunnar Sundblad*. För produktionsforskningens andel av dessa konjunkturutjämningsmedel vill jag här uttala institutionens stora tacksamhet.

Skogsbruket har lämnat ett viktigt bidrag till undersökningen genom att ställa erforderliga provytebestånd till förfogande. Provytor har lagts ut i såväl allmänna som enskilda skogar. Till skogsägare och skogstjänstemän i alla grader vill institutionen rikta ett varmt tack för deras stora tillmötesgående i detta sammanhang.

Jag vill slutligen även framföra institutionens stora tack till alla som under årens lopp medverkat till undersökningen i egenskap av lagledare vid fältarbetet.

Stockholm i september 1970

Institutionen för skogsproduktion
Charles Carbonnier

Förord

Under min verksamhet vid dåvarande skogsförsöksanstaltens skogsavdelning påbörjades år 1941 fältarbetet till en ny omfattande produktionsundersökning, som gått under arbetsnamnet stora produktionsundersökningen. Undersökningen, som omfattar rena bestånd av tall, gran och björk samt blandade bestånd av samma trädslag, har i detalj planerats av mig och stod under min direkta ledning till den 1 juli 1944, då jag blev chef för den omorganiserade och utbyggda försöksanstalten — statens skogsforskningsinstitut.

Vid samma tidpunkt blev professor *Lars Tirén* föreståndare för skogsavdelningen. Undersökningen fortsattes enligt den utarbetade instruktionen och i nära samarbete med mig. Den direkta ledningen utövades av försöksledaren *Bo Eklund* till den 1 oktober 1957, då han utnämndes till professor vid skogshögskolan. Den 1 juni 1957 utnämndes jag till landshövding i Norrbottens län och har sedan dess inte haft någon direkt kontakt med undersökningen.

Vid uppdelningen av skogsavdelningen år 1955 i två avdelningar, en för skogsföryngring och en för skogsproduktion, blev professor *Charles Carbonnier* föreståndare för produktionsavdelningen och fick därigenom ansvaret för undersökningens fullföljande. År 1962 sammanfördes statens skogsforskningsinstitut och Kungl. skogshögskolan till en gemensam organisation, benämnd skogshögskolan. Härvid ändrades namnet på avdelning för skogsproduktion till institutionen för skogsproduktion. I det följande kommer därför den forskningsenhet, som produktionsundersökningen hela tiden tillhört, att beroende på tidpunkten kallas skogsavdelningen och avdelningen eller institutionen för skogsproduktion. Fältarbetet till undersökningen avslutades år 1965.

Under den långa tidrymd (1941—1965), som det tagit att insamla observationsmaterialet, har vissa begränsade delar av detsamma bearbetats av olika forskare och resultaten härav publicerats. På grund av mina ändrade arbetsförhållanden har emellertid någon utförlig redogörelse för de motiv och tankegångar som legat bakom undersökningens tillkomst och utformning ej publicerats. Syftet med föreliggande skrift är att lämna en sådan redogörelse och samtidigt redovisa det insamlade, mycket omfattande och detaljrika observationsmaterialet. Detta material är nämligen vid sidan av huvudsyftet en fyndgruva för de mest skiftande undersökningar, varför en mer allmän kännedom om detsamma bör vara värdefull.

Redogörelsen för den stora produktionsundersökningens tillkomst och utformning avser läget inom skogsforskningen vid undersökningens planläggning, varför den senare utvecklingen endast behandlas då den har direkt samband med undersökningen.

Det är angeläget för mig att få betyga min tacksamhet till alla dem som på olika sätt understött mitt arbete med planeringen och startandet av den stora produktionsundersökningen samt med utarbetandet av denna redogörelse.

Vid utformningen av de naturvetenskapliga observationernas registrering i fält har professorerna *Carl Malmström*, *Lars-Gunnar Romell* och *Olof Tamm* lämnat mig ett högt uppskattat bistånd.

Vid organiserandet av det tekniska mättningsarbetet i fält har framlidne skogsmästaren *Knut Svenson* varit till stor hjälp.

Som lagledare vid fältarbetets startande (1942—1944) har tjänstgjort civiljägmästarna *Tore Amnelius*, *Vilhelm Edgren*, *Anders Karlén* och *Åke Wiksten*, skogsmästare *Knut Svenson*, och skogstekniker *Carl-Erik Rogberg*, vilka med stort intresse rekognoscerat lämpliga provytestånd och lett det omfattande och detaljerade registrerings- och mättningsarbetet.

Under åren 1944—1957 har den direkta ledningen av undersökningen utövats av dåvarande försöksledaren *Bo Eklund*, med vilken jag haft ett nära samarbete.

Vid utarbetandet av föreliggande redogörelse har sammanställningen av det omfattande observationsmaterialet utförts vid institutionen för skogsproduktion. För denna arbetshjälp tackar jag i första hand professor *Charles Carbonnier*, som även i övrigt understött mitt arbete och visat stort intresse för tillkomsten av denna publikation.

Översättningen av den engelska sammanfattningen samt tabell- och figurtexter har utförts av Mr. *Jeremy Flower-Ellis*. Tabellerna har sammanställts av skogstekniker *Carl-Erik Rogberg* och fru *Ingrid Allard*. Figurerna har ritats av fru *Britt Lindblad* och manuskriptet har renskrivits av fröken *Brita Gidlund* och fru *Ulla Rosqvist*.

Till alla dessa nämnda medarbetare och övriga som hjälpt mig med detta arbete önskar jag framföra ett varmt tack.

Stockholm i september 1970

Manfred Näslund

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	9
2. Den skogliga produktionsforskningens metoder.....	12
2.1. Äldre metoder.....	12
2.2. Ny metodik.....	14
3. Allmänna riktlinjer vid planläggningen av den stora produktionsundersökningen	20
3.1. Behovet av nytt material.....	20
3.2. Fasta försök och engångsundersökningar.....	22
3.2.1. Fasta försök.....	22
3.2.2. Engångsundersökning.....	23
3.3. Synpunkter på valet av observationsmetod.....	24
3.4. Samordnad insamling av skogliga, naturvetenskapliga och trätekniska observationer.....	26
3.5. Enskilda träd eller medelträd för bestånd.....	27
4. Observationsmaterialets insamling.....	29
4.1. Val av bestånd.....	29
4.1.1. Orörda bestånd.....	29
4.1.2. Gallrade bestånd.....	30
4.2. Instruktion för fältarbetet.....	31
4.3. Observationer på provytorna.....	32
4.3.1. Ståndortsobservationer.....	32
4.3.1.1. Läge och topografi.....	32
4.3.1.2. Mark.....	32
4.3.1.3. Markvegetation och skogstyp.....	33
4.3.2. Bestånds- och trädobservationer.....	33
4.3.2.1. Beståndet som helhet.....	33
4.3.2.2. Stam- och stubbräkning.....	34
4.3.2.3. Uttagning av provträd.....	34
4.3.2.4. Observationer på stående provträd.....	35
4.3.2.5. Observationer på fällda provträd.....	35
4.3.3. Observationer på cirkelytor.....	36
5. Kort beskrivning av observationsmaterialet.....	37
6. Vissa riktlinjer för den stora produktionsundersökningens genomförande.....	55
6.1. Preliminär tidsplan och kompletterande material.....	55
6.2. Specialundersökningar.....	57
6.2.1. Klimatväxlingarnas betydelse för produktionen.....	57
6.2.2. Boniteringsfrågan.....	58
6.2.3. Nya kuberingsfunktioner.....	60
6.2.4. Orienterande undersökningar över rastypernas och skogstypernas betydelse för produktionen.....	62
6.2.5. Tillförlitligheten vid rekonstruktionen av de utgallrade trädens grundyta vid brösthöjd.....	63
6.2.6. Produktionens beroende av efterverkningar från tidigare gallringar	63
6.2.7. Kalamitetsrisken samt förekomsten av röta och tekniska fel.....	64
7. Några synpunkter på tillväxtfunktionerna och deras praktiska tillämpning...	66
7.1. Tillväxtfunktioner.....	66
7.2. Tillämpningar.....	69

8. Avhandlingar som helt eller delvis bygger på material från den stora produktionsundersökningen	71
9. Sammanfattning	72
Anförd litteratur/References	76
Summary	78
Bilaga 1. Instruktionen för fältarbetet	96
Bilaga 2. Förteckning över tryckta arbeten, som helt eller delvis bygger på material från stora produktionsundersökningen	123

1. Inledning

Skogsforskningen har angripit produktionsfrågorna efter två huvudlinjer: skogsproduktionens naturvetenskapliga förutsättningar och skoglig produktionsforskning.

Den första linjen avser främst att utforska de orsakssammanhang, som döljer sig bakom det yttre skeendet, och söka klarlägga de faktorer, som verkar främjande eller begränsande på skogsproduktionen. Detta är en stor naturvetenskaplig uppgift, som omfattar ett otal delproblem. I den mån dessa löses, kommer kunskapen om skogens liv att vidgas och fördjupas. Skogsmannen får härigenom ett fastare biologiskt underlag för sitt handlande. Hans öga ser skarpare och klarare vad som sker i naturen vid olika ingrepp, och han får ökade möjligheter att av iakttagelserna dra riktiga slutsatser. Däremot kan den naturvetenskapliga analysen av de skogliga delprocesserna inte leda fram till den överblick över skogsbeståndens kvantitativa och kvalitativa utveckling under olika förhållanden, som erfordras för ett praktiskt ståndpunktstagande i skogsskötselns huvudfrågor.

Denna sida av skogens liv studeras av en forskningsgren som benämns *skoglig produktionsforskning*. Det väsentligaste blir härvid ett studium av det yttre skeendet. Vi vet inte varför skogen växer på det sätt vi ser, men vi kan bedöma hur den sannolikt kommer att växa under olika förutsättningar. Vårt viktigaste stöd i detta arbete är kunskap om hur träd och bestånd tidigare vuxit under liknande förhållanden. Arbetsmetoden är och måste vara statistisk.

Den skogliga produktionsforskningen är starkt beroende av resultat och framsteg inom den skogligt inriktade naturvetenskapen. Sådana är i det långa loppet en förutsättning för att produktionsforskningen rätt skall lösa sina uppgifter. Å andra sidan är den skogliga produktionsforskningens resultat oundgängliga, då det gäller att omsätta naturforskningens erfarenheter i praktiska handlingsprogram. Det är här inte fråga om antingen — eller, utan om både — och (*Näslund, 1955*).

Den skogliga produktionsforskningen omfattar två huvudproblem: att för olika biologiska förutsättningar utforska den utveckling av skogsbestånden, som kan åstadkommas genom olika former för beståndens anläggning och efterföljande behandling, och att bland dessa biologiskt möjliga alternativ utvälja de för olika förhållanden ekonomiskt mest fördelaktiga. Grundmaterialet utgöres av på provytor regi-

strerad utveckling (tillväxt) under skilda förutsättningar. Härmed har angivits den skogliga produktionsforskningens två grundläggande arbetsuppgifter, vilka i sin kondenserade form: *de biologiska möjligheterna och det ekonomiska valet* först klart formulerades av *Henrik Petterson* (1932). Den första uppgiften måste givetvis i tiden föregå den andra, men en viss samplanering av forskningen på dessa områden är nödvändig, så att sådana träd- och beståndskaraktärer, som framdeles kommer att erfordras för resultatens omräkning i pengar, observeras i fält och tas med vid bearbetningen.

När *Petterson* tillträdde föreståndarbefattningen vid skogsavdelningen år 1927, hade gallringsförsök pågått så länge, att bearbetningsfrågan måste tas upp på allvar. De äldsta försöken anlades redan 1902. Här mötte *Petterson* ett av skogsforskningens svåraste problem: bearbetning av gallringsförsök med syfte att ge praktiken vägledning beträffande skogsbeståndens vård och avveckling. *Petterson* underkastade hela bearbetningsproblemet en förutsättningslös prövning och konstaterade, att det fanns ingen tidigare prövad metod, som kunde användas vid gallringsförsökens bearbetning för att nå det uppställda målet. Resultatet blev att här förelåg ett matematiskt problem, som borde angripas med statistikens metoder. Jag återkommer härtill i kapitel 2.

Det observationsmaterial som förelåg från de fasta gallringsytorna var emellertid alltför ensidigt sammansatt och — då detsamma från början var avsett för en helt annan bearbetningsteknik — för ofullständigt för att kunna lämna tillfredsställande svar på de för vårt skogsbruk i dagens läge alltmer betydelsefulla produktionsfrågorna. Bearbetningens uppgift blev därför i första hand att erhålla en grundlig orientering av arbetsområdet och anpassning av regressionsanalysens principer till skogsproduktionens problemkomplex samt att därjämte vinna provisoriska resultat, som kunde vägleda skogsbruket i avvaktan på insamling och bearbetning av nytt material.

På grund av här antydda brister hos det gamla materialet väckte *Henrik Petterson* redan 1932 förslag om en ny produktionsundersökning (*Petterson*, 1932). Denna omöjliggjordes dock av den svåra ekonomiska krisen på 30-talet. Sedan 1936 års skogsutredning tillsatts, som bl. a. hade till uppgift att behandla skogsforskningens behov och organisation, bordlades alla större frågor i avvaktan på dess resultat. När utredningens förslag angående omorganisation av skogsförsöksanstalten antagits av 1939 års riksdag, utbröt det andra världskriget, som förlamade verksamheten några år framåt. Först 1941 kunde materialinsamlingen till den stora produktionsundersökningen startas.

Då de stora vedavverkningar som föranleddes av bränslekrisen hotade att för all framtid undanröja för forskningen viktigt observationsmaterial i orörd skog, påbörjades undersökningen i sådana bestånd.

År 1949 avslutades den etapp av undersökningen som avsåg orörd skog. I densamma ingår inalles 983 engångsuppskattade provytor, fördelade praktiskt taget över hela landet. Undersökningen fortsattes sedan i på olika sätt anlagda, gallrade bestånd. Fältarbetet avslutades år 1965 och materialet omfattade då 1 092 provytor i gallrad skog. Det insamlade materialet omfattar såväl rena bestånd av tall, gran och björk som blandade bestånd av samma trädslag (jfr kapitel 5).

Den stora produktionsundersökningen är inte, som den gamla, grundad på fasta, för observation under många decennier avsedda provytor, utan den sker genom engångsobservation av tillfälliga provytor. På dessa ytor göres en ingående beskrivning av såväl marken som beståndet, varjämte en serie mycket noggranna observationer utföres på stående och fällda provträd. Planläggningen av den stora produktionsundersökningen behandlas i kapitel 3, och som bakgrund härtill lämnas i efterföljande kapitel en kortfattad redogörelse för tidigare använd metodik vid produktionsundersökningar.

2. Den skogliga produktionsforskningens metoder

2.1. Äldre metoder

Utvecklingen av den skogliga produktionsforskningens metodik har ingående behandlats av *Petterson* (1932 och 1955). Vidare har bl. a. *Fries* och *Carbonnier* lämnat korta översikter över tillämpade metoder som sträcker sig längre fram i tiden (*Fries*, 1964; *Carbonnier*, 1967 a). Som bakgrund till redogörelsen för och motiveringen av den metodik, som den stora produktionsundersökningen bygger på, skall jag här endast rekapitulera huvuddragen i den tidigare utvecklingen fram till 1941.

För att klarlägga skogsbeståndens utveckling använde man till en början två metoder, som av *Henrik Petterson* benämnts produktions-tabellmetoden och de jämförande gallringsförsökens metod. Båda utbildades företrädesvis i Tyskland, där redan vid 1800-talets slut flera produktionstabeller enligt den första metoden publicerades.

Produktionstabellmetoden tillgick i princip på följande sätt. Man ansåg sig på denna tid veta vilka bestånd man borde anse som bäst. De kallades normala bestånd och var i allmänhet tätt slutna och svagt eller inte alls gallrade. I dylika bestånd uppskattades på en gång ett stort antal provytor. Bearbetningen gick sedan ut på att särskilja de provytor i alla åldrar, som tillhörde samma bonitet. Om sådana ordnades i åldersföljd, gav de efter utjämnning en bild av beståndsutvecklingen å ifrågavarande bonitet. Därefter kunde man härleda alla erforderliga data för konstruktionen av en produktionstabell.

Metodens användbarhet berodde till huvudsaklig del på hur boniteringen lyckats. Mestadels användes trädens medelhöjd som bonitetsindikator, ibland underhjälpst av dimensionsfördelningen. Medelhöjden påverkas visserligen av huggningar och andra omlagringar i beståndets struktur, som ej har med boniteten att göra, men med hänsyn till det ensartade beståndsmaterialet är det dock sannolikt, att man på detta sätt fick en ganska god föreställning om beståndsutvecklingen i grova drag.

Det var med denna produktionstabellmetod som *Alexander Maas* år 1911 framställde de först och länge de enda svenska produktions-tabellerna (*Maas*, 1911). De avsåg att vara en orientering rörande utvecklingen hos s. k. »normala» tallbestånd och utgör nu ett värdefullt dokument över tidens skogliga ideal, svagt låggallrade, täta och virkesrika bestånd.

På kontinenten fanns som nämnts ett flertal tabeller, vilka framställdes på liknande sätt. Med tiden hade de provytor som dessa grundade sig på blivit uppskattade en eller ett par gånger till, och metoden kunde då förbättras. Konstruktionen av utvecklingsförloppet för en viss bonitet behövde inte längre ske enbart med stöd av tillståndsförloppet vid olika åldrar. Den kunde även grundas på de å ytorna iakttagna förändringarna, vilket minskade risken för felbedömning. Steget härifrån till nutida metoder är inte långt. Det dröjde emellertid nästan tjugo år, innan förutsättningar fanns för att ta steget fullt ut.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera följande. Produktionstabellmetoden förutsätter att de undersökta bestånden under hela sitt liv behandlas enligt samma gallringsprogram. De äldre bestånden måste ha genomlevt den behandling som i undersökningen kommer de yngre till del. Vid stora avvikelser från denna regel kan produktionstabellmetoden inte användas.

En särskild typ av produktionstabeller är de som brukar benämnas *produktionsöversikter*. Dessa bygger på material som erhålles vid engångsuppskattning av skogsbestånd, exempelvis i samband med skogstaxering. Genom att ur sådant material sammanställa t. ex. medelvärden för åldersgrupper inom bonitetsgrupper kan sådana produktionsöversikter konstrueras (Nilsson, 1961). Som hjälpmedel vid skogsindelning och skogsvärdering har tabeller av denna typ fyllt en viktig uppgift. Om man emellertid använder en produktionsöversikt som en produktionstabell i egentlig mening, förutsätter man att en viss åldersklass i sin utveckling skall ge samma avkastning och få samma tillväxt som närmast äldre åldersklass haft. Svagheten är givetvis här att åldersklasserna inte representerar ett utvecklingsförlopp utan ett statiskt tillstånd.

Vi återgår till gallringsundersökningarnas metodik och skall i korthet diskutera vad *Pettersson* kallat *de jämförande gallringsförsökens metod*. Den nyssnämnda olägenheten med produktionstabellmetoden framträdde med skärpa, då de starka gallringarna började vinna terräng och detta inte minst i vårt land. Sådana genomfördes även på de förut svagt gallrade provytorna, och materialet kunde inte längre representera en bestämd gallringsprincip. Tabellmetoden förlorade härmed sin eljest betydande styrka. Framställningen av produktions-tabeller blev försvårad och kunde inte ske på det gamla sättet.

Under *Gunnar Schottes* tid som föreståndare för skogsförsöksanstalten (1908—25) infördes redan tidigt på provytorna nya gallringsformer av såväl krongallrings- som låggallringstyp. Med förkärlek prövades starka och extra starka gallringar, de sistnämnda i syfte att få

utrönt hur långt man kunde gå i denna riktning. Man lade mindre vikt vid själva produktionstabellen och mera vikt vid direkta jämförelser mellan olika sätt att utföra gallring, man avsåg med andra ord att belysa beståndsutvecklingen med de jämförande gallringsförsökens metod.

I detta syfte uppsökte man särskilt jämna bestånd och anlade i dem en serie provytor, vilka behandlades med olika gallringsstyrkor och gallringsformer. De skillnader som framkom i jämförelseytornas produktion hoppades man kunna tolka som förorsakade av den olika behandlingen. *Schotte* var emellertid fullt medveten om att man sällan kunde säga i vad mån den förhoppningen verkligen infriades. Ojämnheter i beståndens täthet och struktur och växlingar i bonitet är oundvikliga inom de flesta försöksfält och förrycker resultatet av direkta jämförelser mellan olika parceller inom samma provyteserie. Den form av fältförsöksmetodik, som betjänar sig av upprepningar av de olika försöksleden, användes visserligen redan vid denna tid inom jordbruket men var i regel inte praktiskt genomförbar vid de skogliga gallringsförsöken. För att på denna väg nå fram till ett avgörande måste man i samma bestånd lägga ut flera parallellserier, vilket endast i sällsynta fall är möjligt. *Schotte* använde sig inte av denna metodik.

Den moderna fältförsöksmetodik som utvecklats inom jordbruksforskningen genom tillämpning av en speciell gren av den matematiska statistiken, variansanalysen och kovariansanalysen, kan givetvis vara till stor nytta vid studium av speciella produktionsfrågor, men synes inte kunna leda fram till den samlade kunskap i skogsproduktionens stora problemkomplex, som den praktiska skogsskötseln behöver och som närmare behandlats i det inledande avsnittet.

Schottes närmaste mål var att med provytorna som åskådningsmaterial direkt påverka skogsskötseln i landet. Detta mål nådde han också i betydande grad.

2.2. Ny metodik

Resultatet av *Henrik Pettersons* granskning av den skogliga produktionsforskningens äldre metoder blev som nämnts i det föregående, att det inte fanns någon tidigare prövad metod, som kunde användas vid bearbetningen av det föreliggande materialet från skogsförsöksanstaltens gallringsförsök. Kritiken riktades inte mot metodiken och inte heller mot materialet utan mot deras kombinerande. Den gamla vägen var stängd och det blev nödvändigt att finna en ny (*Pettersson*, 1955).

Gallringsytans betydelse som undersökningsenhet hade försvagats genom programbytena. I samma riktning verkade omläggningar av uppskattningsmetoderna och klimatiska ändringar. *Pettersons* första steg blev därför att uppdelade de observerade utvecklingsförloppen i korta fragment, vartdera omfattande tiden mellan två gallringar, i regel fem år. Dessa delförlopp betraktade han som fristående element i en undersökning, där man sökte utröna sambanden mellan tillväxten under intervallet och på denna inverkande faktorer.

Tillväxten under en gallringsperiod påverkas av många iakttagbara faktorer, vilka principiellt har avseende på ståndorten, trädslaget, rasen, beståndets tillstånd vid periodens början, dess föregående historia, gallringsingreppet och väderleken under perioden. Det är inte på förhand klart, hur dessa olika faktorer lämpligen bör beskrivas för att göra vår uppskattning av periodens tillväxt så noggrann som möjligt. Däremot är det tydligt, att en uppskattning verkligen är möjlig, och att man i princip med så enkla medel som upprepad gruppindelning av materialet och beräkning av medeltal i alla undergrupper kan få en uppfattning om hur olika faktorer påverkar tillväxten. Givetvis finns även många för oss ännu okända eller oåtkomliga faktorer, som också påverkar tillväxten. Deras verkan kan inte redovisas, den yttrar sig som spridning kring medeltalen i de olika grupperna. Denna spridning kan vi inte minska, förrän forskningen öppnat möjligheter att ytterligare precisera gruppdefinitionen. Det avgörande är att spridningen kan nedbringas i sådan grad, att medeltalen kan läggas till grund för vårt handlande.

I praktiken visar det sig nödvändigt att vid tillväxtens beräkning ta hänsyn till många delfaktorer. Det inses emellertid lätt, att en uppdelning av materialet på grupper i verkligheten inte kan genomföras särdeles långt. Gruppernas antal växer lavinartat för varje ny uppdelning, och man kommer snart fram till en praktiskt oöverkomlig gräns. Det är därför av den allra största betydelse för produktionsforskningen, liksom för många andra forskningsområden, att den matematiska statistiken ger anvisning om en metod att kringgå dessa svårigheter. Detta hjälpmedel är *regressionsanalysen*, och *Pettersson* insåg att han här hade ett ovärderligt instrument.

Regressionsanalysen verkar på samma sätt som en flersidig gruppindelning, den utför i princip den medeltalsberäkning som man önskar utföra om en gruppindelning vore möjlig, och den utjämnar dessa gruppmedeltal i förhållande till varandra. Vi kan betrakta regressionsanalysen som en approximation och gruppindelningen som ett ouppnåeligt ideal. Metoden leder till matematiska funktioner, som anger

sambandet mellan den sökta storhetens — i detta fall tillväxtens — mest sannolika värde och ett antal på storheten inverkanse faktorerers observerade värden.

Regressionsanalysen syftar till att ge kvantitativa uttryck för olika faktorerers inflytande på ett förlopp. Den överensstämmer i detta avseende med det naturvetenskapliga experimentet. Vid naturvetenskapliga experiment studerar man emellertid en enda eller ett litet antal faktorerers inflytande, medan övriga relevanta faktorer så långt möjligt hålles på konstant nivå. Man inskränker alltså problemets räckvidd och söker belysa en begränsad sektor i taget. Produktionsforskningen däremot kommer ingen vart genom att begränsa sitt problem, den måste på en gång ta så mycket som möjligt av den invecklade verkligheten i betraktande, vilket innebär att ett stort antal faktorer måste beaktas. För övrigt kan man ju av lätt insedda skäl knappast hålla några faktorer alls konstanta ute på provytorna i skogen. Därmed framstod regressionsanalys eller andra närbesläktade matematiskt-statistiska metoder som oundgängliga hjälpmedel vid lösningen av produktionsforskningens viktigaste problem.

Regressionsanalysen var i slutet av 1920-talet visserligen teoretiskt klar, men primitiv och outvecklad som praktiskt redskap. Metoden hade från många håll mötts med mycken oförståelse och åtskillig misstro. Delvis berodde detta på att metoden från början inte var vuxen de svåra problem som den ibland hade tillämpats på, men huvudsakligen torde dock otillräcklig kännedom om metoden och dess inneboende egenskaper ha varit den bakomliggande orsaken.

Av det föregående har framgått, att det vid bearbetningen av gallringsmaterialet förelåg behov av att pröva produktionens beroende av ett stort antal faktorer. De partiella sambanden mellan dessa faktorer och produktionen kunde dessutom ofta förutsättas vara mera komplicerade än inom regressionsanalysens tidigare tillämpningsområden. Härtill kommer att två eller flera faktorer i skogliga undersökningar ofta har en kombinerad effekt, som måste komma till uttryck vid regressionsanalysen. Dessa problem framträdde redan vid primärbearbetningen av det omfattande observationsmaterialet från de enskilda gallringsytorna, som avslutades under 1931 (*Näslund, 1936*).

I slutet av 1920-talet genomgick emellertid metodiken vid regressionsanalysens tillämpning på komplicerade forskningsuppgifter en betydelsefull utveckling, främst av statistiker i USA. Det gällde uppgifter som krävde många oberoende variabler, kroklinjiga partialsamband och samspelseffekter mellan två eller flera variabler (kombinationer). För den svenska produktionsforskningen har särskilt arbe-

ten av *Ezekiel* (1924 och 1930), *Mills* (1925) och *Court* (1930) varit vägledande. Den utvecklade metodiken möjliggjorde en förbättrad anpassning till materialets olika delar, vilket var en förutsättning för att med framgång kunna angripa produktionsfrågorna med regressionsanalysen som hjälpmedel.

Vid den nyssnämnda primärbearbetningen av observationsmaterialet och vid en första orienterande regressionsanalys av massatillväxten på gallringsytorna (*Petterson*, 1932) tillämpades ett förfaringssätt, som bygger på användandet av en allmän utjämningsfunktion av relativt anpassbar natur föreslagen av *Court* (1930). Valet av arbetsmetod motiverades av det förutsatta stora kombinationsbehovet samt av att de härledda funktionerna inte var avsedda för mera allmänt bruk. Bekvämlighetssynpunkter vid användningen fick därför träda i bakgrunden (*Näslund*, 1936, s. 86).

Vid den fortsatta bearbetningen av produktionsfrågorna med regressionsanalysens hjälp visade det sig nödvändigt att ta ett mycket stort antal faktorer (variabler) i betraktande och att mera komplicerade partialsamband än de av *Court* tillämpade parabelfunktionerna ofta måste prövas. Däremot gav erfarenheten vid handen, att i undersökningar med ett stort antal variabler behovet av kombinationer i allmänhet var mindre än man kunde vänta sig (jfr *Petterson*, 1934, 1937, 1955 och *Näslund*, 1934, 1940, 1942).

Vid regressionsanalysens tillämpning i produktionsforskningen får de mekaniska ränkeoperationerna med nödvändighet en sådan omfattning, att deras praktiska organiserande innebär problem som måste lösas. Härvid utvecklade *Petterson* en rationell och effektiv beräkningsmetodik, som bygger på eleganta lösningar av många delproblem, bl. a. användningen av hålkortsmaskiner för den synnerligen arbetskrävande beräkningen av de kvadrat- och produktsummor, som erfordras vid regressionsanalysens tillämpning på så omfattande material det här var fråga om (*Petterson*, 1934 och 1955). *Petterson* torde ha varit den förste som använt hålkortsmaskiner i sådant syfte. Skogsavdelningen fick härigenom ett välutrustat och effektivt arbetande räknekontor för regressionsanalys, som blev forskningens viktigaste hjälpmedel på avdelningen.

Under de senaste åren har den elektroniska databehandlingen medfört en revolution på detta område, som är av helt andra mått än den som hålkortsmaskinernas införande en gång innebar. De elektroniska maskinerna har gett oss tidigare oanade möjligheter att bearbeta numeriska och andra data, vilket är ovärderligt för bl. a. regressionsanalysens tillämpning i produktionsforskningen. Även regressionsanaly-

sens metodik har sedan 1940-talet undergått en stor och för produktionsforskningen värdefull utveckling.

Regressionsanalysen av gallringsförsöken resulterar i en matematisk funktion, regressionsfunktion, som sätter oss i stånd att beräkna den sannolika tillväxten under en femårsperiod framåt för vilken beståndstyp som helst inom materialets gränser, vilken beskrivits genom de i funktionen ingående tillståndsbestämningarna (variablerna).

För resonemanget i det efterföljande begränsar vi oss till grundytans tillväxt. Om vi tänker oss ett behandlingsprogram, enligt vilket beståndet skall gallras vart femte år, är det lämpligt att uppdelat utvecklingsförloppet i femårsperioder, gallringsperioder. Med tillhjälp av den nyssnämnda funktionen beräknar vi grundytans tillväxt under första gallringsperioden, dvs. perioden närmast efter första gallringen, och erhåller sålunda grundytan före andra gallringen. Denna andra gallring fråndrages programenligt med avseende på stamantal och grundyta, varefter tillväxten under andra gallringsperioden beräknas med funktionen. På detta sätt fortsättes för så många gallringsperioder framåt som man önskar studera. Resultatet kan sedan läggas fram i en produktionstabell med samma uppställning som man vanligen brukar finna i de klassiska erfarenhetstabellerna.

Det återstår sedan att bedöma tillförlitligheten av regressionsfunktionen och den med stöd härav upprättade produktionstabellen. Detta är en mycket svår uppgift, som måste ske med hjälp av statistiska kriterier och genom praktiska kontroller (jfr *Petterson*, 1955).

Hittills har vi i exemplifierande syfte endast sysslat med funktioner och tabeller som avser grundytans tillväxt. Dessa utgör sedan grundvalen för studium av volym- och värdeproduktionen (*Petterson*, 1962).

Enligt i det föregående skisserade allmänna riktlinjer har *Petterson* utarbetat ett stort antal produktionstabeller avseende såväl barrskogens volymproduktion som värdeproduktion under olika förutsättningar (*Petterson*, 1955 och 1962).

Trots otillräckligheten och svagheten i observationsmaterialet från gallringsförsöken kunde *Petterson* genom bearbetningen av detsamma efter de nya linjerna utvinna värdefulla resultat för det praktiska skogsbruket. Slutsatser av stor principiell betydelse har sålunda kunnat dras rörande barrträdens produktionsförmåga i olika boniteter och produktionens beroende av skogliga åtgärder, såsom plantering, sådd, röjning, gallring etc. Förutsättningar har även skapats för en värdefull diskussion av skogsskötselns ekonomi.

Den allra största vinningen består emellertid i vissheten att de prak-

tiska produktionsfrågorna kan belysas på ett tillfredsställande sätt vid tillgång till ett mera omfattande och detaljrikt observationsmaterial än det som stod *Pettersen* till buds. Genom att anpassa regressionsanalysens principer till skogsproduktionens problemkomplex har *Pettersen* lagt en solid grund för den moderna produktionsforskningen och härigenom utfört en banbrytande forskargärning av största betydelse.

3. Allmänna riktlinjer för den stora produktionsundersökningen

3.1. Behovet av nytt material

Henrik Pettersons bearbetning av skogsförsöksanstaltens gallringsförsök begränsades till likåldriga, rena bestånd av tall och gran, där antalet försöksytor var störst. Han grupperade försöksytorna enligt efterföljande sammanställning.

<i>Grupp</i>	<i>Trädslag</i>	<i>Område</i>	<i>Uppkomstsätt</i>
I	Tall	Norra Sverige	icke planterad
II	»	» »	planterad
III	»	Södra Sverige	icke planterad
IV	»	» »	planterad
V	Gran	Norra Sverige	icke planterad
VI	»	» »	planterad
VII	»	Södra Sverige	icke planterad
VIII	»	» »	planterad

Endast i grupperna I, III, och VIII ansågs materialtillgången tillåta en direkt härledning av produktionstabeller. *Petterson* utnyttjade gallringsförsöken fram till 1939, då det bearbetade materialet hade följande omfattning.

<i>Grupp</i>	<i>Ytor</i>	<i>Tillväxtperioder</i>
I	66	271
III	52	195
VIII	44	174

I antalet ytor ingår även de olika avdelningarna i jämförande gallringsförsök. Här är alltså ståndortens och beståndets beskaffenhet lika, medan gallringens form och styrka varierar. Materialets variation med avseende på ståndortens och beståndets egenskaper är därför mindre än vad antalet ytor antyder.

Med tillväxtperiod avses tiden mellan två revisioner, i regel fem år. I materialet sammanfaller tillväxtperiod och gallringsintervall. Även för de utvalda grupperna var sålunda materialet mycket begränsat.

Härtill kommer att gallringsförsöken var anlagda med vissa begränsade syften och inte ursprungligen avsedda för en regressionsanalytisk bearbetning.

Beträffande barrskogen kan de egenskaper hos materialet, som mot bakgrunden av den tidigare utvecklade målsättningen framstår som brister, sammanfattas på följande sätt (jfr *Petterson*, 1932 och 1937).

a. Materialet är även i de största grupperna för litet för att tillåta en fullt tillfredsställande regressionsanalytisk bearbetning.

b. Beträffande gran i Norrland och barrblandskog och orörd barrskog i hela landet är materialet av för ringa omfattning för att över huvud taget tillåta en regressionsanalys.

c. I alla beståndsformer har flertalet försöksytor anlagts i likåldriga, starkt slutna och mycket jämna bestånd, som i praktiskt skogsbruk utgör undantagsfall. Även i medelålders och äldre bestånd har i allmänhet gallringen vid ytans anläggning varit det första huggningsingreppet.

d. De prövade gallringsformerna representerar i fråga om låggallring rätt väl de ute i landet förekommande behandlingssätten. Däremot är i praktiken rikligt använda former av krongallring och fria gallringsmetoder endast föga eller inte alls representerade. Den hänsyn till produktionens kvalitet, som man eftersträvar i modernt skogsbruk, torde i gallringsförsökens första decennier inte ha beaktats.

e. Metodiken för försöksytornas uppskattning var i gallringsförsökens början behäftad med subjektiva moment och andra brister (jfr *Näslund*, 1936).

I detta konstaterande av materialets svagheter ligger intet klander. Att gallringsförsöken i början begränsades till vissa beståndstyper och behandlingsformer kan inte göras till föremål för anmärkning, och även om uppskattningsmetoderna idag synes mindre tillfredsställande, måste man dock komma ihåg att dessa metoder mer än väl tål jämförelse med vad som under samma tid åstadkommits på detta område i andra länder.

Sedan *Petterson* bearbetade de fasta gallringsförsöken och tills nu (1970) har ytorna ökat i värde genom att ca 6 tillväxtperioder tillkommer för varje kvarvarande försöksyta. Under denna tid har endast ett fåtal ytor nedlagts på grund av olika kalamiteter, hög ålder etc. De fasta gallringsförsökens betydelse som exempel på produktionens förlopp under flera decennier och som kontroll på lång sikt av resultat framkomna genom bearbetning av tillfälliga försöksytor diskuteras närmare i kapitel 3.3.

3.2. Fasta försök och engångsundersökningar

Produktionsforskning enligt i kapitel 2.2. beskriven metodik grundas på försöksytor som antingen gallras och observeras under en lång följd av år (fasta försök) eller engångsundersökes genom borrhning och observationer på fällda provträd. Vi skall i det följande diskutera dessa metoders fördelar och nackdelar.

3.2.1. Fasta försök

Fördelar. Produktionsforskningens uppgift är att studera beståndsutvecklingen. Det är därför av stort värde att kunna följa så långa utvecklingsförlopp som möjligt. Händelser som beståndet tidigare genomlevat kan ha stor betydelse för dess nuvarande tillstånd, fast de nu ej kan konstateras. Häri består den dominerande fördelen med de fasta försöksytorna.

Nackdelar. Dessa är flera. På de fasta försöksytorna, där träden ej kan borraras vid de olika revisionerna, är vi för tillväxtens bestämmande hänvisade till differensmetoden. Grundytetillväxten under en gallringsperiod härledes sålunda som skillnaden mellan den uppskattade grundytan före gallringen vid en revision och efter gallringen vid närmast föregående revision. Härigenom sättes stora krav på uppskattningens noggrannhet (jfr *Tirén*, 1929; *Näslund*, 1935 och 1936).

Grundytan kan bestämmas med stor noggrannhet vid själva uppskattningstillfället. Men när det gäller att studera tillväxter, som avsatts under olika tidsperioder, tillkommer felkällor vilka torde vara av större betydelse än klavnings- och bearbetningsfelen. Gallringsperiodens längd varierar i viss grad, varför det är den årliga tillväxten som intresserar. Om tillväxten inte omfattar ett antal *hela* år, uppstår av denna anledning fel i den årliga tillväxten, vartill kommer fel som beror av väderleken närmast före och under uppskattningarna samt grundytans periodiska förändringar. Vid ogynnsamma tidpunkter för uppskattningarnas utförande är det uppenbart, att den årliga tillväxten härigenom blir behäftad med betydande fel (jfr *Näslund*, 1935, s. 695).

På ytor som skall kvarstå kan representativa provträd inte fällas vid revisionerna. Frågor om bl. a. trädens höjdtillväxt samt om deras stamform och förgreningstyp kan ej avgöras på ett tillfredsställande sätt.

Slutligen kräver de fasta försöken lång tid att genomföra. Ett fullt genomfört försök tar ju en hel omloppstid. Under en så lång väntetid riskerar man att det skötselprogram som försöket skall belysa blir in-

aktuellt, så att resultaten då de äntligen föreligger inte längre är av intresse. Emellertid bör framhållas att väntetiden kan förkortas genom kompromisslösningar, men då minskas också det värde som tillmätts de långa utvecklingsförloppen. Vi återkommer härtill.

3.2.2. Engångsundersökning

Fördelar. Diametertillväxten kan undersökas genom borrhning med tillväxtborrh, vilket medför exaktare mätning och säkerställer att avsedda årsringar blir mätta. Representativa provträdkan fällas, vilka undersöks i alla avseenden som har betydelse för produktionens kvantitet och värde. Tidsåtgången vid en engångsundersökning blir då alltid mycket mindre än vid fortlöpande observation av fasta försöksytor.

Nackdelar. Metodens svagheter gäller nästan helt den tidigare utvecklingen. Genom observationer på stubbarna kan man endast få en grov uppskattning av den närmast föregående gallringen. Om tidigare ingrepp står i regel ej andra upplysningar att få än vad som går att utläsa av årsrings- och toppskottsutvecklingen decennier bakåt i tiden och av anteckningar om uppkomstsätt, tidpunkt för olika huggningsingrepp och inträffade kalamiteter såsom vindfällning, insektsangrepp etc. Vid engångsundersökning bör provytor inte läggas ut i bestånd som drabbats av kalamiteter eller där beståndshistoriken är mycket oklar.

När *Henrik Petterson* första gången framhöll angelägenheten av att produktionsforskningen fick nytt material, föreslog han en modifierad form av engångsundersökning (*Petterson*, 1932). Detta förslag innebar att ett mycket stort antal provytor skulle läggas ut i det praktiska skogsbrukets bestånd av skiftande typer och fördelade över hela landet. Provytorna skulle beskrivas och *gallras* på olika sätt och lämnas att växa i fem eller tio år, varefter de skulle uppskattas och nedläggas. Härvid skulle diametertillväxten mätas genom borrhning och representativa provträdkan fällas och undersökas i olika avseenden.

Genom detta förfaringssätt skulle man få en mycket noggrann uppskattning av gallringsuttaget samt möjlighet att studera i det praktiska skogsbruket mindre vanligt förekommande huggningar av mera extrem natur. Dessa fördelar vid jämförelse med en engångsundersökning utan väntetid, som sålunda bygger på tidigare i det praktiska skogsbruket utförda huggningar och registrering av stubbarna, måste emellertid köpas till priset av lång tidsutdräkt — särskilt om man vill studera längre gallringsintervall — och mycket ökade kostnader.

3.3. Synpunkter på valet av observationsmetod

Vi lever i en tid som präglas av stora framsteg inom forskning och teknik. Detta gäller inte minst på skogsbrukets område. När den stora produktionsundersökningen planerades, kunde man skymta nya framsteg inom den naturvetenskapliga forskningen och i det tekniska utvecklingsarbetet, som kunde förväntas bli av stor betydelse för den framtida skogsskötselns utformning.

Inom markforskningen började man skönja, att konstgödsling av skogsmark kunde bli en ändamålsenlig åtgärd i det praktiska skogsbruket. Stora förväntningar ställdes också på skogsträdsförädlingen och proveniensforskningen. Även inom andra områden av direkt betydelse för skogsproduktionen låg forskningen väl framme.

Skogsbrukets starkt försvagade lönsamhet krävde rationaliseringsåtgärder av olika slag. Den s. k. vardagsrationaliseringen visade sig emellertid inte vara tillfyllest för att hålla kostnadsutvecklingen stången. Det syntes därför nödvändigt att utveckla nya arbetsmetoder med ännu högre mekaniseringsgrad, och mekaniserade avverkningssystem började diskuteras på allvar.

Idag gödslas skogsmark i betydande omfattning, och vid anläggning av ny skog ägnas trädslagsvalet, utsädet genetiska ursprung och proveniens stor uppmärksamhet. Det är vidare ett centralt spørsmål hur skogsskötseln skall kunna anpassas till högmekaniserade avverkningssystem.

I den situation som förelåg i början av 40-talet, då den stora produktionsundersökningen planerades, ansågs det angeläget att genom en omfattande engångsundersökning på förhållandevis kort tid få en fördjupad kunskap om de nuvarande skogsbeståndens utveckling och produktion i volym och värde under skilda naturliga förutsättningar och vid i det praktiska skogsbruket förekommande olika former för beståndens anläggning och vidare behandling. Det ansågs med andra ord nödvändigt att få en djupare inblick i växandets dynamik i våra nuvarande skogar. Härigenom skulle en ändamålsenlig anpassning av skogsskötseln till ändrade förutsättningar underlättas. Det skulle även bli möjligt att bättre än hittills kunna belysa vad som stod att vinna med nya aktuella metoder för skogsskötseln. Det ansågs i detta läge vara en senare uppgift att i större omfattning lägga ut nya långsiktiga gallringsförsök.

Man kan självfallet inte undersöka något som inte existerar. Vi är därför vid en engångsundersökning i princip hänvisade till de beståndstyper som nu finns i skogen eller som kommer att finnas inom en acceptabel väntetid.

De åsiktsväxlingar, som under olika tidsperioder förekommit beträffande skogens vård, och den omständigheten att det alltid funnits skogsägare och enskilda skogsmän som ej följt de allmänna strömningarna inom skogsbruket utan gått sina egna vägar, har medfört att det i våra skogar finns ett rikhaltigt observationsmaterial över trädens och beståndens utveckling och produktion vid olika huggningsingrepp under olika naturliga och beståndshistoriska förutsättningar.

Vid äskande av medel till den stora produktionsundersökningen för budgetåret 1943/44 skisserades i princip en engångsundersökning utan väntetid. Huvudmotivet härför var tidsvinsten och de gynnsamma erfarenheterna från undersökningen av den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning, som utförts enligt denna metod (*Näslund*, 1942). Denna undersökning benämnes i fortsättningen »undersökningen av den gamla granskogen».

Detta ståndpunktstagande innebar ingen underskattning av de fasta gallringsförsökens värde. Det var endast en tidsbetingad prioritering. Man ville få ett säkrare underlag som vägledning i de aktuella produktionsfrågorna samt avvakta resultat av bl. a. ovan antydda forsknings- och försöksverksamhet — särskilt på skogsgödslingens område — innan nya långsiktiga gallringsförsök anlades i större omfattning.

De fasta gallringsförsöken har varit den svenska produktionsforskningens viktigaste kunskapskälla. Sådana försök är även i fortsättningen oundgängliga, dels för kontroll på lång sikt av resultat framkomna genom regressionsanalytisk bearbetning av material från tillfälliga provytor, dels för orienterande försök med nya skogsskötselmetoder. När i det senare fallet resultat erhålles, som gör det troligt att den prövade metoden har en uppgift att fylla i det praktiska skogsbruket, bör detta utgöra ett fullgott skäl för försök i stor skala, som tillåter en regressionsanalytisk bearbetning av den aktuella produktionsfrågan. Kombinerade gallrings- och gödslingsförsök har under senare år anlagts i betydande omfattning (*Carbonnier*, 1968).

De gamla fasta gallringsförsöken fyller emellertid även andra viktiga funktioner. De enskilda ytorna utgör exempel på produktionens förlopp under de givna förutsättningarna med avseende på ståndort, trädslag, beståndets uppkomstsätt och behandling. Deras värde måste skattats högt, emedan flera av ytorna reviderats ungefär vart femte år under många decennier. För så långa perioder blir nämligen tillväxten per ha uppskattad med en tillfredsställande noggrannhet på ytorna (*Näslund*, 1936). Vissa grupper kan därför bilda underlag för värdefulla produktionsöversikter.

Av denna anledning hemställde skogsforskningsinstitutet år 1948,

att Kungl. Maj:t skulle för en specialbearbetning av observationsmaterialen från de fasta försöksytorna samt vissa s. k. trakter (noggrant registrerade bestånd) på försöksparkerna anvisa ett belopp av 150 000 kr. Framställningen bifölls. Ett flertal grupper av försöksytor har sedermera specialbearbetats, och resultaten härifrån är publicerade. Sålunda har *Carbonnier* behandlat gallringsförsök i planterad gran på Tönnersjöheden (1954) och i Dalby (1957) samt i självsådd tall i Norrbotten (1959). Vidare har *Fries* bearbetat gallringsförsök i tallskog i södra Sverige (1959). *Wiksten* har redovisat resultaten från ett par ytserier i självsådd tall från mellersta Norrland (1960) och ett förbandsförsök med planterad gran på Omberg (1965). Hit hör också *Eklunds* redogörelse för ett gallringsförsök i stavagranskog (1952) och för ett förbandsförsök i tallskog på kronoparken Granvik (1956) samt *Petrinis* redovisning av de två äldsta tallproveniensförsöken (1959).

3.4. Samordnad insamling av skogliga, naturvetenskapliga och trätekniska observationer

Den stora produktionsundersökningens primära uppgift är, som förut nämnts, att utforska den beståndsutveckling som kan åstadkommas under olika biologiska förutsättningar. Härvid erfordras ett nära samarbete mellan skoglig produktions- och föryngringsforskning, naturvetenskaplig forskning och matematisk-statistisk forskning. Då det sedan gäller att bland de biologiskt möjliga alternativen utvälja dem, som för olika förhållanden är ekonomiskt fördelaktiga, måste ytterligare länkar tillfogas samarbetskedjan. Träteknisk och träkemisk forskning för frågor rörande virkets tekniska egenskaper och utnyttjande, arbetsteknisk forskning för avverknings-, transport- och andra kostnader och skogsekonomisk forskning för frågor angående omkostnadernas fördelning, prisutvecklingen, räntefoten etc.

Vid tiden för planerandet av den stora produktionsundersökningen var läget för den här berörda forskningen följande.

Skogsavdelningen arbetade med sina gallringsförsök, som beskrevs ur skogliga synpunkter mycket ingående, men de naturvetenskapliga observationerna utfördes ganska schematiskt. För den naturvetenskapliga avdelningens fältförsök var förhållandet omvänt. Härtill kom träforskningen, som bl. a. studerade trädslagets, ståndortens och skogs-skötselns inverkan på massautbytet, papperets kvalitet etc. Detta skedde på vedprov, som kom ifrån bestånd och ståndorter som var mycket ofullständigt beskrivna.

För ett framgångsrikt *grupparbete* är det angeläget att de olika forskningsgrenarna genom utvecklingen inom det egna fältet är mogna att delta i det gemensamma arbetet. På grund av de framsteg, som under senare år gjorts inom här berörda forskningsområden, syntes tiden nu vara inne för ett fruktbärande grupparbete inom den skogliga produktionsforskningen. Detta samarbete måste komma till stånd redan vid fältarbetets planering och observationsmaterialets insamling. Genom ett sådant samarbete skulle även ur ekonomisk synpunkt betydande rationaliseringsvinster kunna ernås.

Vid materialinsamlingen till den stora produktionsundersökningen strävade man efter att beskriva ståndorten, marken, markvegetationen, beståndet och de enskilda träden samt vissa vedprover så ingående som möjligt. Detta skulle ske enligt instruktioner, som utarbetades gemensamt av företrädare för de tre nämnda forskningsområdena. Härigenom skulle exempelvis skogsavdelningen kunna ge den naturvetenskapliga avdelningen sin beskrivning av bestånden och träden samt därpå grundade bearbetningar och i utbyte få den naturvetenskapliga beskrivningen och analysen av ståndort, mark och vegetation etc. Ett liknande samarbete skulle också bli möjligt med trädforskningen.

3.5. Enskilda träd eller medelträd för bestånd

Vid det insamlade materialets bearbetning uppkommer frågan om de vid regressionsanalysen härledda tillväxtfunktionerna skall avse det enskilda trädet eller vissa medelträd för beståndet. Denna frågeställning måste beaktas vid planeringen av observationsmaterialets insamling, varför vi redan här skall beröra problemet.

Vid bearbetningen av gallringsförsök i stavagranskog (Näslund, 1935) och vid undersökningen över den gamla granskogen (Näslund, 1942) har jag använt det enskilda trädets tillväxt som beroende variabel i regressionsanalysen. Fördelen härmed är att man kan få en mera nyanserad beskrivning av tillväxten för enskilda träd eller diameterklasser, än om man använder beståndets medeldiameter. Detta förutsätter dock att funktionen innehåller variabler, vilkas värde kan variera från träd till träd i beståndet. Sådana trädvariabler är exempelvis uttryck för diametertillväxten under en period före det aktuella huggningsingreppet, trädets höjd och krongränshöjd, grundytan inom en 5 m cirkelyta kring det enskilda provträdet, trädets höjd i förhållande till omgivande träd inom cirkelytan (platsen i beståndet) etc. Genom att pröva flera sådana variabler ökas möjligheten att härleda en funk-

tion för beräkningen av det enskilda trädets tillväxt med tillfredsställande precision. Härigenom erhålles samtidigt en djupare inblick i trädens tillväxtbetingelser. Det enskilda trädet som beroende variabel medför också vissa fördelar vid funktionens användning för olika ändamål. Dessa frågor diskuteras närmare i kapitel 7.

Av i det föregående angivna skäl och på grund av erfarenheter från undersökningen över den gamla granskogen har insamlingen av observationsmaterialet planerats i syfte att möjliggöra användningen av det enskilda trädets tillväxt som beroende variabel vid den regressionsanalytiska bearbetningen. Det innebär givetvis intet hinder för användning av medelträd som beroende variabel, om detta för vissa ändamål skulle visa sig fördelaktigt.

4. Observationsmaterialets insamling

4.1. Val av bestånd

Undersökningen är planlagd som en engångsundersökning av ett mycket stort antal provytor utlagda både i orörda bestånd och i det praktiska skogsbruket gallrade bestånd fördelade över hela Sverige. Undersökningen avser rena bestånd av tall, gran och björk samt blandbestånd av samma trädslag.

4.1.1. Orörda bestånd

I fältarbetsinstruktionen anges *ändamålet med undersökningen* av orörda bestånd på följande sätt.

»Denna produktionsundersökning ingår som ett led i den stora undersökning, som är avsedd att ge anvisning om den vid olika kombinationer av förutsättningar ekonomiskt bästa beståndsbehandlingen. För att kunna bedöma hur skog skall skötas, är det nödvändigt att få kännedom om hur skogen växer under olika naturliga betingelser och vid olika behandling. För undersökningar av ifrågavarande slag utgör kunskap om tillståndet och produktionen i av gallring orörda bestånd en oundgänglig förutsättning.

Tillgången på orörda bestånd hotar att snabbt försvinna på grund av kristidens stora avverkningar. Undersökningen har därför tills vidare begränsats till orörd skog men skall sedermera utsträckas till med huggningar genomgånga bestånd.»

Med hänsyn till den brådskande situationen i södra Sverige började fältarbetet där år 1941 med utläggande och reserverande av provytor och i första hand i äldre och medelålders bestånd. Några observationer gjordes dock inte på provytorna detta år utöver anteckningar om trädslag, ålder och bonitet. 1942 började det egentliga fältarbetet med mycket detaljerade observationer på provytorna, vilket kommer att redovisas i det efterföljande. Härvid blev även de föregående år reserverade provytorna närmare undersökta.

Provytebestånden har subjektivt valts bland av det praktiska skogsbruket anvisade orörda bestånd. Ett slumpmässigt val av provytebestånd ur populationen orörda bestånd har, som lätt inses, inte varit möjligt att praktiskt genomföra.

I fältarbetsinstruktionen anges vilka synpunkter som skulle beaktas i fältet vid provyteutläggningen. Detta framgår av efterföljande utdrag ur instruktionen.

»Det är angeläget att erhålla en god fördelning av provytorna på olika ståndorter, beståndsformer, täthetsgrader och täthetsformer. Bestånd av utpräglat dålig proveniens skola ej undersökas. Provytorna skola utläggas i rena bestånd av tall, gran och björk samt blandbestånd av samma trädslag. Ett bestånd betraktas som rent om inblandningen av andra trädslag ej uppgår till sammanlagt 10 procent av grundytan.

I fråga om sällsynta beståndstyper godkännas som orörda även bestånd, som underkastats rensningshuggning. I händelse av brist på material i äldre skog kan undersökningen undantagsvis förläggas även till starkare huggna bestånd, under förutsättning att beståndet huggits endast en gång och så nyligen, att dess tillstånd före avverkningen kan rekonstrueras med hjälp av stubbarna, samt att tiden för avverkningen är känd. Fortfarande orörda ytor, vilkas tillväxt påverkats av huggning utanför ytan, kunna användas under samma förutsättningar. Beståndet får ej vara påverkat av dikning. Men det är av intresse att bestånd, som uppkommit på avdikad mark, finnas representerade i materialet.

Eld får ej ha övergått marken under beståndets livstid.»

4.1.2. Gallrade bestånd

År 1949 avslutades den etapp av den stora produktionsundersökningen, som avsåg orörd skog. Vid övergången till gallrade bestånd föreskrevs i instruktionen att följande allmänna förutsättningar skulle gälla vid val av för undersökningen lämpade bestånd.

»Beståndet skall tidigare ha varit föremål för gallring (en eller flera gånger) eller röjning, men får dock ej vara hugget så, att återväxt uppkommit i någon större omfattning. Tidpunkten för det senaste huggningsingreppet måste vara känd och får ej ligga närmare i tiden än 4 år. Stubbarna från de två senaste huggningarna skall kunna åtskiljas. Beträffande stubbarna från sista avverkningen får de ej ha undergått större förändringar än att stubbdiametrarna under sågskäret noggrant kan uppmätas.

För att öka vår kunskap om utgångsläget vid det första, till tidpunkten mera normala gallringsingreppet i ungskogsbestånden, är det önskvärt, att även såväl självsådda som skogsodlade yngre bestånd, som befinner sig på gränsen till första gallringen, blir representerade i undersökningsmaterialet. Om röjning utförts, bör tidpunkten för denna vara känd.

Bestånd, där avverkningen huvudsakligen inriktats på torra, skadade och sjuka träd och således haft karaktär av rensningshuggning, bör

ej undersökas. Ej heller utlägges provytor i bestånd, där någon av de två sista huggningarna verkställes på grund av inträffade kalamiteter, t. ex. vindfällning, snöbrott eller insektsvärjning. Vid val av provytebestånd får avseende ej fästas vid att tillväxtreaktionen efter gjorda huggningar varit stark eller svag.

Inom ramen för dessa allmänna förutsättningar är det angeläget att en god fördelning av provytorna eftersträvas med avseende på olika ståndorter, bestånd av olika ålder, varierande trädslagsblandning, slutenhetsgrader, gallringsstyrkor och gallringsformer etc.»

4.2. Instruktion för fältarbetet

Observationsmaterialet har insamlats enligt detaljerade anvisningar i en instruktion som utarbetats för fältarbetet och som återges i Bil. 1. Härvid har eftersträvs att med tillgängliga medel och metoder registrera vad som kunde förmodas vara av betydelse för produktionen, i den mån detta kunde ske genom objektiva mätningar och beskrivningar och inom en rimlig kostnadsram.

Den första instruktionen utarbetades av författaren i samråd med forskare på det naturvetenskapliga området, främst *Carl Malmström*, *Lars-Gunnar Romell* och *Olof Tamm*, och den förelåg vid det egentliga fältarbetets startande 1942. Under 1941 reserverades endast områden för provytor i orörd skog.

Med ledning av erfarenheter under fältarbetet har i den första instruktionen gjorts vissa förtydliganden och kompletteringar av författaren (1942—44) och av *Bo Eklund* (1944—57). År 1958 gjordes en viss bearbetning och utökning av den tidigare instruktionen av *S. O. Andersson*, varvid kapitel IX bearbetades av *B. Ericson*. I samband med nytryckning av blanketter har vissa tillägg och ändringar gjorts i maj 1960. I bilagan återges denna upplaga av instruktionen.

Valet av de faktorer som direkt eller indirekt skulle registreras på provytor och provträd är givetvis präglad av då rådande uppfattningar om skogsproduktionens förutsättningar och villkor, och detta gäller särskilt de naturvetenskapliga observationerna. Sålunda var markforskningen i Sverige vid denna tid starkt inriktad på humusfrågor och i viss mån på det geologiska underlagets betydelse. Enligt vad vi nu vet är detta inte tillräckligt för belysning av vissa problemkomplex. Provytorna är emellertid varaktigt markerade på marken, varför kompletterande observationer torde kunna göras, om detta visar sig nödvändigt för vissa specialundersökningar.

4.3. Observationer på provytorna

De på provytorna gjorda observationerna kan hänföras till *stånd-orten, beståndet eller det enskilda trädet*. Observationerna avser att direkt eller efter viss bearbetning ange vissa egenskaper av antagen betydelse för produktionen. Med hänsyn till den stora produktionsundersökningens karaktär och målsättning har modifikationer och betydelsefulla kompletteringar av observationerna gjorts i förhållande till tidigare undersökningar (Näslund, 1936 och 1942).

Observationerna och deras utförande framgår av instruktionen för fältarbetet (4.2). I det efterföljande lämnas endast en kortfattad översikt av observationerna med syfte att ge en orientering över det rika material, som föreligger och som vid sidan av huvuduppgiften ger underlag för ett stort antal specialundersökningar.

4.3.1. Ståndortsobservationer

4.3.1.1. Läge och topografi

Den geografiska belägenheten har angivits genom att provytorna noggrant inprickats på generalstabskartor, varifrån lägesuppgifter som t. ex. breddgraden hämtats. Dessutom har höjden över havet antecknats enligt barometerbestämning.

Marklutningen har registrerats genom angivande av lutningsgrad och väderstreck, och den omgivande traktens topografi har närmare beskrivits.

Beträffande vindexpositionen har anmärkts om provytan har ett skyddat eller vindexponerat läge. I det senare fallet har styrkegraden antecknats och expositionsförhållandena beskrivits.

4.3.1.2. Mark

Marken har undersökts med avseende på den organiska och mineralogiska delen. På *varje* provyta har humustäcket beskrivits på minst tio objektivt uttagna punkter. I dessa punkter har på samtliga provytor beskrivningar gjorts av förna och humuslager. Beträffande humuslagret har man skilt på F- och H-skikten, vilkas struktur och avgränsning mot mineraljorden beskrivits.

Från objektivt utvalda provytor har ett humusprov från varje provpunkt insänts till institutionen för närmare analys.

Genom kvoträkning bland de nämnda provpunkterna har på *varje* provyta fem profilgropar upptagits, och i varje grop har i underlaget ett jordprov på 0,2 kg tagits och slagits ihop till ett generalprov, som

insänts till institutionen för analys. Marken har i varje profilgrop dessutom karakteriserats genom angivande av okulärbedömd jordart och jordmån. I groparna görs även observationer över grundvatten, förekomst av gleyfläckar och levande rötter.

4.3.1.3. *Markvegetation och skogstyp*

Skogstypen som hjälpmedel för ståndortskaraktiseringen behandlas ingående i undersökningen av den gamla granskogen (*Näslund, 1942*).

I stället för att i fältet fastställa en skogstyp har en utförlig beskrivning av markvegetationen gjorts. Man binder sig således inte i fältet för en viss skogstypindelning, utan behåller handlingsfriheten att senare på rummet söka sig fram till ett för den aktuella frågan lämpligt system för klassificering av provytorna.

Provytans markvegetation har registrerats efter rent floristiska grunder, varvid täckningsgraden angivits enligt *Hult—Sernanders* beteckningsschema. En fullständig förteckning över arterna har inte eftersträfvats, utan endast de mera karakteristiska eller dominerande arternas eller artgruppernas täckning har noterats. Dessutom har vegetationens *förändring* vid tilltagande gleshet hos beståndet angivits.

För att få en uppfattning om artgruppernas och ledväxternas fördelning på provytan har även vissa observationer över markvegetationen utförts på cirkelytor med 2 m radie kring provpunkterna för humus och mineraljord.

4.3.2. *Bestånds- och trädobservationer*

Observationerna rörande beståndet och de enskilda träden avser att registrera för produktionen betydelsefulla faktorer. Härvid har beståndets status och tidigare utveckling i flera avseenden fastställts. Vissa observationer hänför sig till beståndet som helhet, andra till de enskilda träden.

4.3.2.1. *Beståndet som helhet*

Om beståndets uppkomstsätt och tidigare behandling har man sökt bilda sig en uppfattning, främst genom intervjuer med personer som känner dessa förhållanden, men även genom egna fältobservationer. För kulturbestand har proveniensens antecknats. Beståndets biologiska slutenhet har bedömts okulärt, varvid beståndet ansetts fullslutet, när

de enskilda trädens kronor nätt och jämnt har vidrört varandra. Dessutom har angivits om beståndet är enskiktat, tvåskiktat eller flerskiktat, och vilka trädslag som ingår i de olika skikten.

4.3.2.2. Stam- och stubbräkning

Träden på provvyrtorna har numrerats och klavats i brösthöjd, och diametermåttan har införts i stamräkningsprotokollet individuellt för varje enskilt träd. I samband med klavningen har träden granskats med hänsyn till vissa skador, som i förekommande fall antecknats.

För provvytor i gallrade bestånd har stubbar vilkas avverkningsår varit kända numrerats, klavats inom bark och protokollförts individuellt. För såväl träd som stubbar har för varje enskilt fall trädslaget angivits. För björk har skilts på värthbjörk, glasbjörk och övrig björk.

4.3.2.3. Uttagning av provträd

Bland träden i stamnummerlängden har provträd uttagits för närmare undersökningar.

För de stamräknade träden med mindre brösthöjdsdiameter än 4,5 cm (småträd) har genom kvoträkning minst 20 provträd uttagits; var det totala antalet småträd mindre än 20, har alla träd tagits som provträd. Bland de övriga träden i stamnummerlängden har, sedan sådana med vissa skador kasserats (K-träd), representativa provträd (R-träd) uttagits. Dessa har utvalts genom kvoträkning och till ett visst antal för varje trädslag, vilket bestämts med ledning av en särskild tabell i instruktionen. I syfte att säkerställa tillräckligt material av de grövsta träden har dessutom 5—10 av de grövsta träden av varje trädslag uttagits som provträd (G-träd). Ett R-träd, som samtidigt är G-träd, har betecknats som RG. Samtliga R-, G- och RG-träd har, om de ej varit behäftade med vissa skador, uttagits för borrhning, vilket markerats med b, alltså Rb, Gb och RGb. De kasserade träden har hänförs till gruppen K-träd, bland vilka vart tredje träd borrhats och betecknats Kb. Om totala antalet K-träd understeg 20 stycken, borrhades dock samtliga K-träd.

Av Rb-, Gb- och RGb-träden har fem stycken fällts för mera ingående observationer. Av kvarstående Rb- och Gb-träd med en brösthöjdsdiameter överstigande 10 cm har under åren 1942—1955 reserverats fem träd för vissa vedundersökningar ett kommande år. De reserverade träden ersattes från 1956 med att genomgående borrhkärnor uttogs som vedprov direkt vid undersökningstillfället (se nästa sida).

4.3.2.4. Observationer på stående provträd

På samtliga R-, G- och RG-träd har trädets, krongränsens och barkpunktens höjd över marken samt barktjockleken vid brösthöjd uppmätts. Vidare har grenlutning, trädklass och för tallen trädtyp enligt *Lindquist* bedömts. Under åren 1942—1959 registrerades även *Sylvéns* grantyper.

För borrningsträden har dessutom registrerats diameter och barktjocklek vid stubbhöjd, största och minsta kronradie samt kvistvinklar. Vart tredje Kb-träd har blivit föremål för samma observationer som R-, G- och RG-träden med undantag för registreringen av grenlutningen. Om antalet Kb-träd understigit 20, har alla Kb-träd blivit föremål för dessa observationer.

För de till provträd uttagna småträden slutligen har höjden över mark och barktjockleken i brösthöjd uppmätts. Dessutom har åldern i brösthöjd och stubbhöjd bestämts för vartannat av dessa träd.

Från varje Rb-, Gb- och RGb-träd har en borrhärna uttagits i brösthöjd, varvid borrningsriktningen ändrats medsols från träd till träd (N, Ö, S, V, N osv.). Om antalet årsringar i brösthöjd var mindre än 50, skulle borrhärnan innehålla mörken och för äldre träd skulle man eftersträva att komma mörken så nära, att dennas läge lätt kunde rekonstrueras. Samtliga i öster borrhärade träd har även borrhärats i stubbhöjd för åldersbestämning.

De Kb-träd, som blivit föremål för samma observationer som Rb-, Gb- och RGb-träden, har också borrhärats till mörk, medan borrhärnorna från övriga Kb-träd endast innehåller de 15 sista årsringarna.

4.3.2.5. Observationer på fällda provträd

De fällda provträden har klavats och barkmätts på relativa avstånd från marken. Måttställena är från marken räknat belägna på följande avstånd uttryckta i procent av trädhöjden över mark: 1, 2, 4, 6, 10, 14, 18, 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95. Vid de med fet stil angivna mätpunkterna har en borrhärna tagits. Härvid har gällt samma bestämmelser som för borrnings av stående provträd. Borrhärnan vid 1 procent måste dock alltid innehålla mörk.

Från 1956 har dessutom vid 25, 50 och 75 procent av trädhöjden uttagits en genomgående borrhärna, som bör ha träffat mörken, för vissa vedundersökningar på laboratoriet (jfr s. 38).

Höjdtillväxten har observerats genom att de sista toppskotten mätts. De 15 sista toppskotten har alltid mätts individuellt. Därefter fick, om

arbetet underlättades, toppskottsmätningen ske med stöd av årsringsmätning på halvmeterssektioner.

På de fällda provträden har även samtliga grenars längd och grovlek uppmätts inom vissa sektioner längs stammen.

Under åren 1942—1951 har från varje provyta med övervägande gran insamlats ett barrprov. Provet har tagits från den härskande gran, som hade den friaste ställningen. Proven insändes snarast möjligt till institutionen för analys av bl. a. förekomst av spårelement.

De förutnämnda borrhärdarna har förpackats individuellt i speciella borrhärdshylsor, på vilka erforderliga data noterats. Mätning av årsringsbredden har utförts vid institutionen i särskilda årsringsmätningsskyltar (*Eklund*, 1949). Före mätningen har borrhärdarna blöttagits för att återta sin längd i rätt tillstånd.

4.3.3. Observationer på cirkelytor

Kring varje Rb-, Gb- och RGB-träd har en cirkelyta med 5 m radie utlagts. Samtliga träd och stubbar inom dessa cirkelytor har registrerats, varvid träd och stubbar som fallit inom en sådan cirkelyta men utanför provytan numrerats och sedan registrerats på vanligt sätt.

Genom dessa cirkelytor kan vid bearbetningen hänsyn tas till om det enskilda provträdet stått i en gles eller tät del av provytan. Trädets plats i beståndet i förhållande till omgivande träd kan också närmare beskrivas. Cirkelprovytorna är en förutsättning för den i kapitel 3.5. diskuterade regressionsanalytiska bearbetningen av det enskilda trädets tillväxt.

Tillväxten hos det enskilda trädet kan således studeras mot bakgrunden av dess eget tillstånd, dess närmaste miljö (cirkelyta med 5 m radie) samt dess större miljö (provytan). Detta medger en djupare inblick i skogens tillväxtbetingelser i jämförelse med studium av beståndets medelträd.

5. Kort beskrivning av observationsmaterialet

Det insamlade materialet omfattar *totalt 2 075 provytor*, varav 983 i orörd skog och 1 092 i gallrad skog. *Provyternas fördelning* på norra och södra Sverige samt på beståndstyper framgår av Tab. 1 (s. 47). Med norra Sverige avses här och i det följande Norrland och Kopparbergs län och med södra Sverige återstående del av riket. Provyternas belägenhet åskådliggöres i Fig. 1—8 (s. 39—46). Av dessa redovisningar framgår att provytorna i orörd skog är mycket väl fördelade över landet. Detsamma gäller också tall- och granytorna i gallrad skog. Granytor förekommer dock sparsamt i Norrbottens län. Provytor i gallrad björkskog saknas i övre Norrland och i södra Sverige (se s. 56). Blandskogsytor i gallrad skog är fåtaliga i översta Norrland och i sydligaste Sverige.

Provyternas fördelning på breddgrader och höjd över havet framgår av Tab. 2—3. Denna redovisning har begränsats till norra Sverige. Tabellerna visar att fördelningen på breddgrader och höjd över havet är god med undantag för att provytor i gallrad skog över 500 m ö. h. är fåtaliga. Detta beror givetvis på svårigheten att finna i det praktiska skogsbruket utförda huggningar i dessa höjdlägen.

Provyternas fördelning på ålders- och bonitetsklasser redovisas i Tab. 4—7. Denna redovisning bygger på okulära observationer, som utförts under fältarbetet för att möjliggöra en viss grovsortering av provytematerialet. Beståndet har därvid bl. a. beskrivits med hänsyn till ålder och bonitet enligt *Jonson*. Tabellerna visar att provytorna har en stor spridning på ålders- och bonitetsklasser. Helt naturligt är provytor på de svagaste boniteterna i gallrad skog sparsamt företrädda.

De stående och fällda provträdens antal och fördelning på trädslag, orörd och gallrad skog samt på norra och södra Sverige framgår av Tab. 8. *Det totala antalet stående provträd utgör för tall ca 48 200 stycken, för gran ca 47 000 och för björk ca 12 900*. Stående provträd, som ej är behäftade med vissa skador (se s. 34) har bl. a. borrats vid brösthöjd. Dessa s. k. borrhningsträd är avsedda som fristående undersökningselement vid den regressionsanalytiska bearbetningen av diameterstillväxten. Här föreligger sålunda ett synnerligen omfattande material, som bör tillåta ett ingående studium av diameterstillväxtens beroende av de naturliga förutsättningarna och av beståndets behandling.

De fällda provträden, som uttagits objektivt bland borrhningsträden, uppgår totalt till för tall ca 5 060 stycken, för gran ca 4 280 och för björk ca 1 360. På de fällda provträden har bl. a. de 30 sista toppskotten uppmätts: diametern har klavats på 20 relativa mätställen och borrhkärnor har uttagits vid sex punkter på stammen. De fällda provträden utgör fristående undersökningselement för studium av kubikmassa, massatillväxt och stamform. På dessa provträd har de mest tidskrävande observationerna utförts.

För att produktionsforskningen skall kunna ge det stöd åt skogsskötseln, som därmed avses, måste den även förbindas med undersökningar över *virkets kvalitet*. I detta syfte har från fällda provträd uttagits *vedprov*, vilkas tekniska egenskaper är avsedda att undersökas i samarbete med Svenska träforskningsinstitutet. För cellulosaindustrin är det exempelvis av stor betydelse att veta, hur olika ståndorter och olika skogsskötsel inverkar på massautbytet per kubikmeter ved och på papperets kvalitet.

På provtytor i orörda bestånd har vedprov (stamsektioner) tagits ut i den omfattning, som framgår av Tab. 9. Härvid krävdes att stamsektionens diameter i topp inte fick understiga 10 cm, vilket förklarar det mindre antalet prov från 50 och 75 procent av trädhöjden. En bearbetning av granmaterialet har redovisats av *Nylinder & Hägglund* i avhandlingen »Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran» (1954).

På provtytor i gallrade bestånd har i samma syfte vedprov (borrhkärnor) uttagits å de fällda provträden från samma nivåer.

De lämnade översikterna visar, att det insamlade undersökningsmaterialet är av mycket stor omfattning och har en god fördelning på viktiga ståndorts- och beståndstyper. Materialet företer dessutom stor variation i avseende på andra för produktionen betydelsefulla karaktärer.

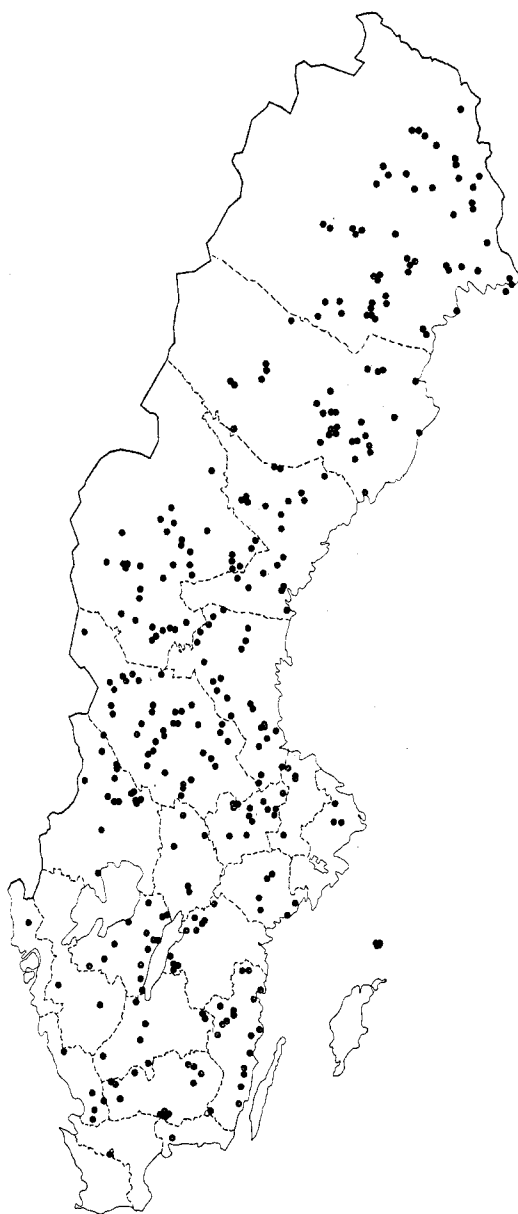


Fig. 1. Provytornas fördelning över landet. *Orörd tallskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Untouched pine stands*. Every circle represents a sample plot.

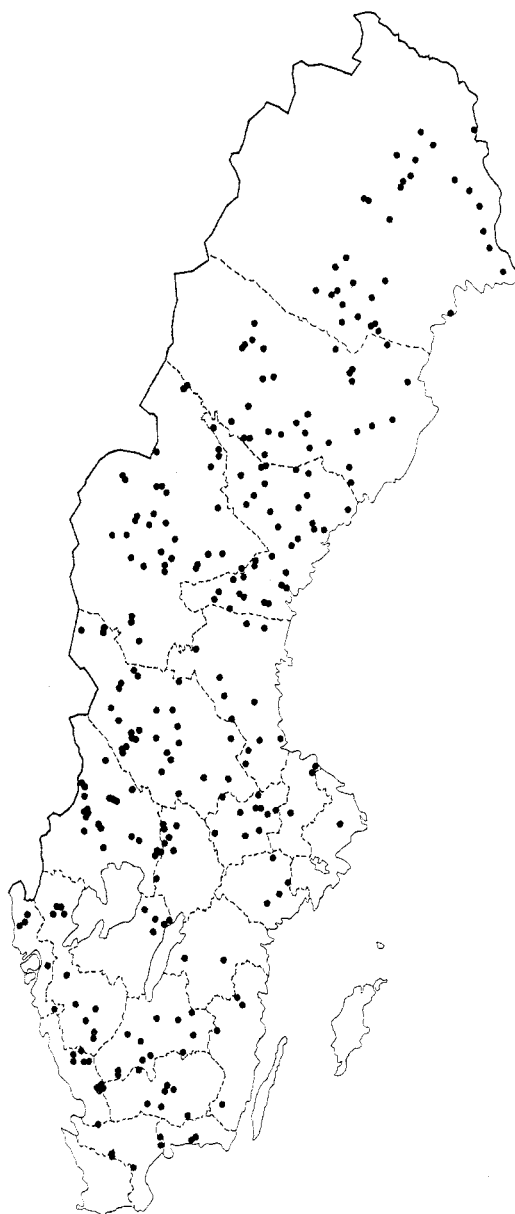


Fig. 2. Provytorernas fördelning över landet. *Orörd granskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Untouched spruce stands*. Every circle represents a sample plot.

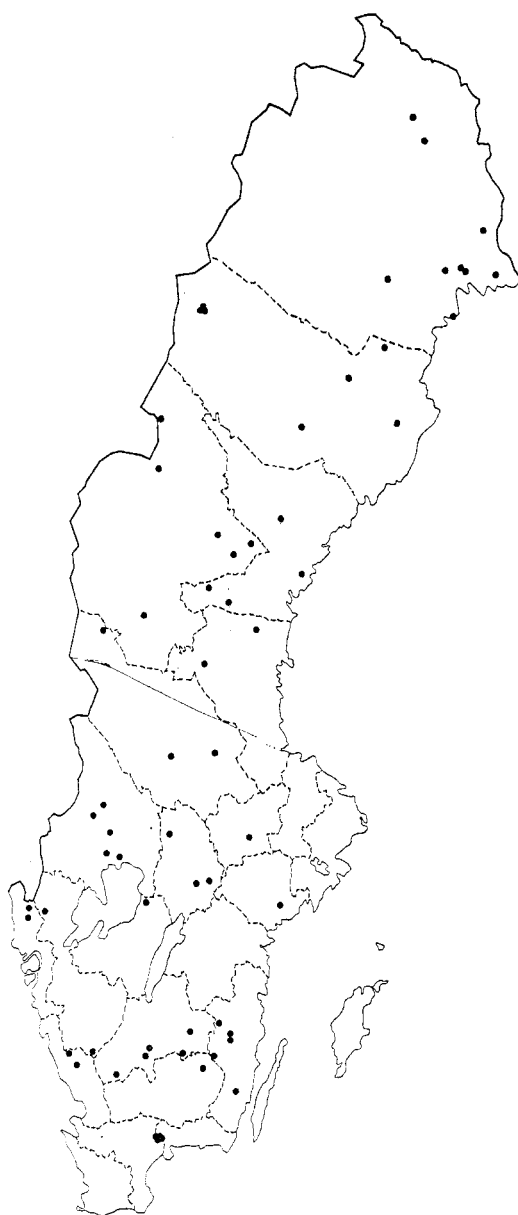


Fig. 3. Provytorernas fördelning över landet. *Orörd björkskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Untouched birch stands*. Every circle represents a sample plot.

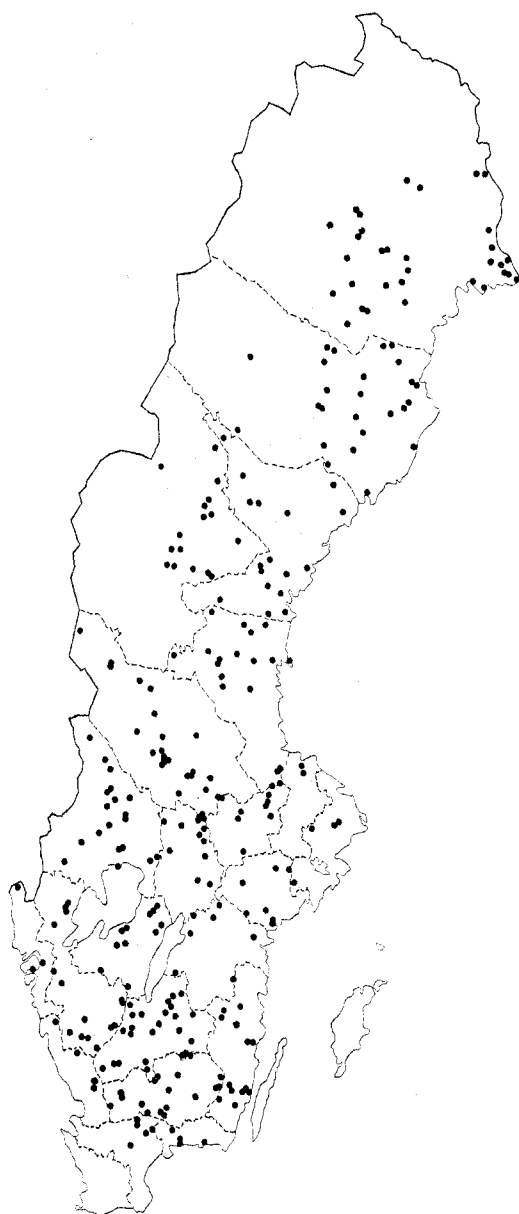


Fig. 4. Provytornas fördelning över landet. *Orörd blandskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Untouched mixed stands*. Every circle represents a sample plot.

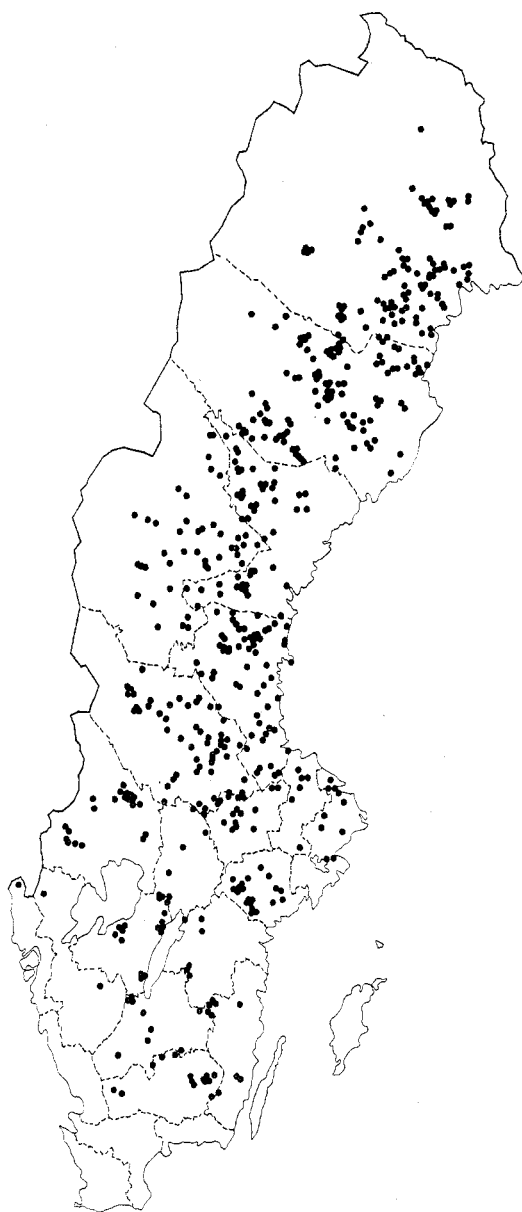


Fig. 5. Provytornas fördelning över landet. *Galtrad tallskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Thinned pine stands*. Every circle represents a sample plot.

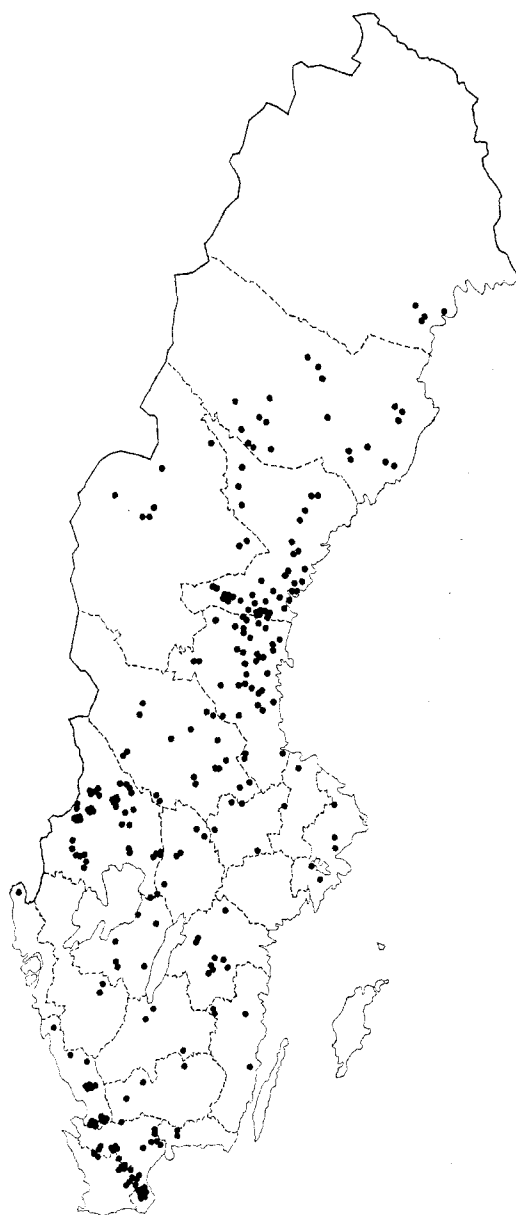


Fig. 6. Provytornas fördelning över landet. *Gallrad granskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Thinned spruce stands*. Every circle represents a sample plot.

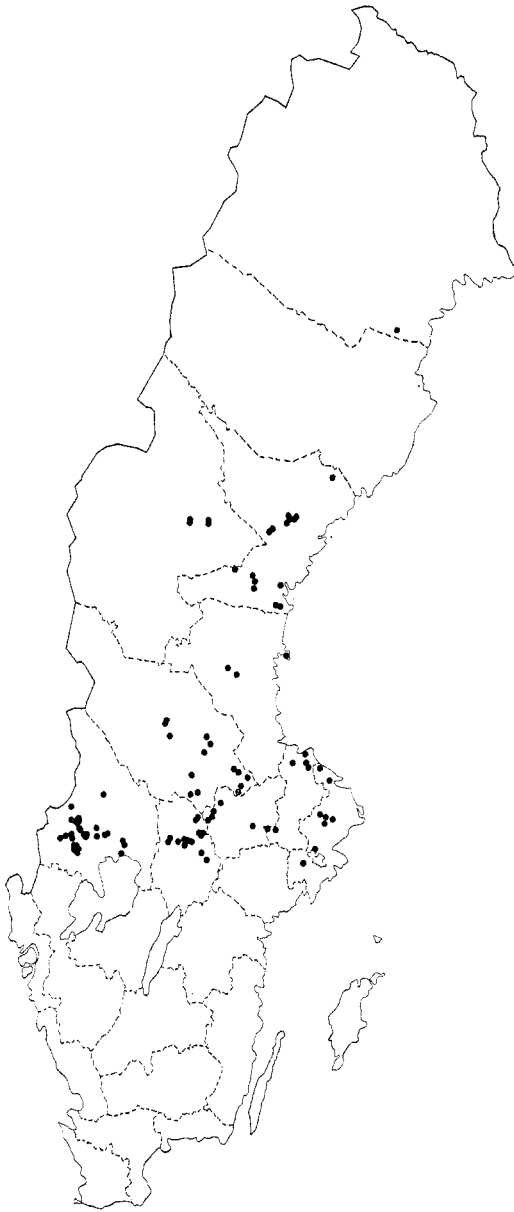


Fig. 7. Provytornas fördelning över landet. *Gallrad björkskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Thinned birch stands*. Every circle represents a sample plot.

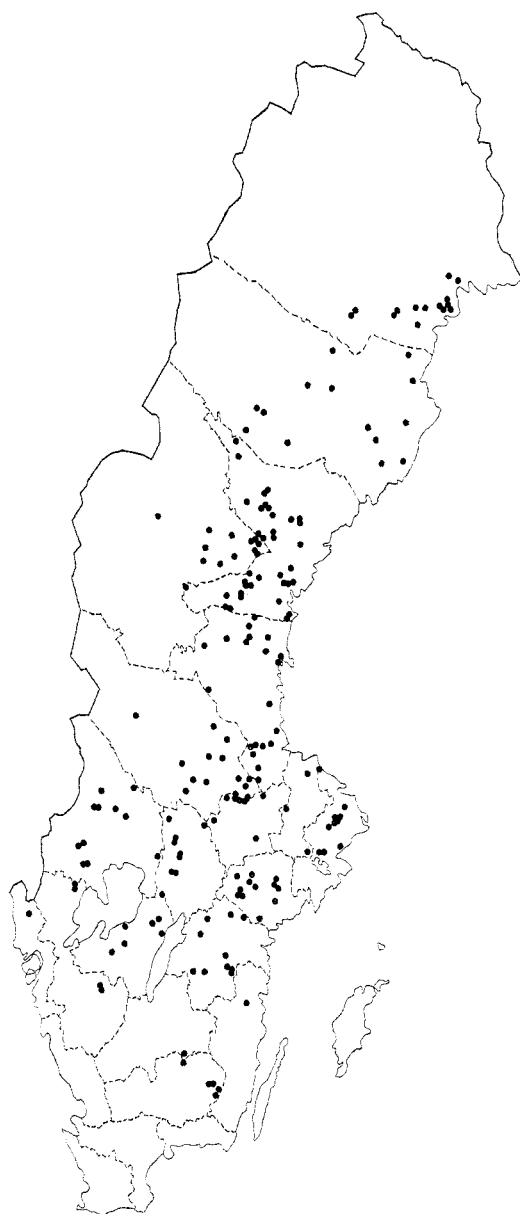


Fig. 8. Provytornas fördelning över landet. *Gallrad blandskog*. Varje rundel betecknar en provyta.

Distribution of sample plots throughout Sweden. *Thinned mixed stands*. Every circle represents a sample plot.

Tab. 1. Provytornas fördelning på beståndstyper och landsdelar.

Distribution of sample plots by stand types and districts.

Beståndstyp Stand type	Antal ytor i orörd skog No. plots in untouched stands			Antal ytor i gallrad skog No. plots in thinned stands			Totala antalet ytor Total No. plots		
	N. Sverige N. Sweden	S. Sverige S. Sweden	Hela Sverige All Sweden	N. Sverige N. Sweden	S. Sverige S. Sweden	Hela Sverige All Sweden	N. Sverige N. Sweden	S. Sverige S. Sweden	Hela Sverige All Sweden
Tallskog Pine	221	124	345	426	138	564	647	262	909
Granskog Spruce	174	108	282	143	143	286	317	251	568
Björkskog Birch	30	32	62	38	62	100	68	94	162
Blandskog Mixed	136	158	294	76	66	142	212	224	436
Summa Total	561	422	983	683	409	1 092	1 244	831	2 075

Tab. 2. Provytornas fördelning på breddgrader och höjd över havet. Norra Sverige. Orörd skog.

Distribution of sample plots by latitude and altitude. N. Sweden. Untouched stands.

Beståndstyp Stand type	Bredd- grad Latitude	Höjd över havet, m Height above sea level, m								Summa Total
		0—	100—	200—	300—	400—	500—	600—	700—	
		Antal provytor No. plots								
Tallskog Pine	59—									—
	60—	7	6	10	11	1				35
	61—	1	4	9	3	3	5	3		28
	62—	4		9	15	3	6	1	2	40
	63—	1	3	9	9					22
	64—	2	4	13	7	3				29
	65—	8			7	11	2			28
	66—	3	10	5	2	2				22
	67—		4	8	3	2				17
	Summa Total	26	31	63	57	25	13	4	2	221
Granskog Spruce	59—									—
	60—	1	5	3	6	8				23
	61—	1		3	1	2	3	3	1	14
	62—	3	2	7	11	4		6		33
	63—	1	7	7	6	9	4	1		35
	64—	1		5	6	12	6			30
	65—	2		1	3	12	4			22
	66—		3	2		4				9
	67—			3	4	1				8
	Summa Total	9	17	31	37	52	17	10	1	174
Björkskog Birch	59—									—
	60—		1		2					3
	61—			1						1
	62—		1	2	2	2				7
	63—			2		1				3
	64—			1	2		1			4
	65—	2			1	1	2			6
	66—	1	1	1	1					4
	67—				2					2
	Summa Total	3	3	7	10	4	3			30
Blandskog Mixed	59—		1							1
	60—	2	3	8	8	1	1			23
	61—	2	2	4	3	3		1		16
	62—	2		5	10	2			1	20
	63—	3	2	8	7	1				21
	64—	4	2	3	6	1				16
	65—	5	1	2	6	4	1			19
	66—	4	4	4	2	2				16
	67—		1	3						4
	Summa Total	22	16	37	42	14	2	1	2	136

Tab. 3. Provytornas fördelning på breddgrader och höjd över havet. Norra Sverige. Gallrad skog.

Distribution of sample plots by latitude and altitude. N. Sweden. Thinned stands.

Beståndstyp Stand type	Bredd- grad Latitude	Höjd över havet, m Height above sea level, m								Summa Total
		0—	100—	200—	300—	400—	500—	600—	700—	
		Antal provytor No. plots								
Tallskog Pine	59—		2							2
	60—	10	28	13	4					55
	61—	13	16	16	3	3	2			53
	62—	4	16	14	18	7				59
	63—	3	6	29	13	1				52
	64—	3	11	34	28	4				80
	65—	24	11	14	25	6				80
	66—	14	12	8	5	4				43
	67—			1	1					2
	Summa Total	71	102	129	97	25	2			426
Granskog Spruce	59—									—
	60—	1	3	11	2	1				18
	61—	5	11	7	4	1				28
	62—	9	9	13	4	7				42
	63—	2	6	15	6	1				30
	64—		4	1	11	1				17
	65—	5		1	2					8
	66—									—
	67—									—
	Summa Total	22	33	48	29	11				143
Björkskog Birch	59—		1							1
	60—	1	10	3						14
	61—	1		1	1					3
	62—	3		1	3					7
	63—	1	1	8	2					12
	64—									—
	65—				1					1
	66—									—
	67—									—
	Summa Total	6	12	13	7					38
Blandskog Mixed	59—		1							1
	60—	3	5	4	1					13
	61—	4	4	2	1	1				12
	62—	4	3	7	3	2				19
	63—	2	4	4	2					12
	64—	1	1	4	4					10
	65—	5	2		1	1				9
	66—									—
	67—									—
	Summa Total	19	20	21	12	4				76

Tab. 4. Provytornas fördelning på åldersklasser och bonitetsklasser. Norra Sverige. Orörd skog.

Distribution of sample plots by age classes and site quality classes. N. Sweden. Untouched stands.

Beståndstyp Stand type	Ålders- klass Age class	Bonitet enligt Jonson Jonson site quality								Summa Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
		Antal provytor No. plots								
Tallskog Pine	0—									—
	20—			1	11	3				15
	40—			3	10	10	3			26
	60—			2	18	12	5	3		40
	80—			3	12	9	15	6		45
	100—			1	7	12	10			30
	120—			2	4	4	4	1		15
	140—			1	2	6	4			13
	160—				2	8	21	5	1	37
	Summa Total			13	66	64	62	15	1	221
Granskog Spruce	0—									—
	20—		1	1						2
	40—			2	5	1				8
	60—			10	5					15
	80—		1	7	8		1	1		18
	100—		1	4	11	10	2			28
	120—		1	4	7	6	4	2		24
	140—				8	5	4	3		20
	160—			2	10	16	19	12		59
	Summa Total		4	30	54	38	30	18		174
Björkskog Birch	0—									—
	20—									—
	40—			6	2		1			9
	60—				8	2	3	3	1	17
	80—			1	2			1		4
	100—									—
	120—									—
	140—									—
	160—									—
	Summa Total			7	12	2	4	4	1	30
Blandskog Mixed	0—									—
	20—				2					2
	40—			3	9	4				16
	60—			5	8	4	3			20
	80—			3	13	12				28
	100—			6	6	6	3	1	1	23
	120—		1	5	4	3	3			16
	140—			1	6	4	3	1		15
	160—		1	1	3	7	3	1		16
	Summa Total		2	24	51	40	15	3	1	136

Tab. 5. Provytornas fördelning på åldersklasser och bonitetsklasser, Norra Sverige. Gallrad skog.

Distribution of sample plots by age classes and site quality classes. N. Sweden.
Thinned stands.

Beståndstyp Stand type	Ålders- klass Age class	Bonitet enligt Jonson Jonson site quality								Summa Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	*	
		Antal provytor No. plots								
Tallskog Pine	0—									—
	20—			8	11	1				20
	40—			7	9	5				21
	60—			20	28	18	4	1		71
	80—	1		14	61	68	23	1		168
	100—			5	40	40	13	4		102
	120—	1		4	11	18	4			38
	140—			1	1	1				3
	160—			1	1	1				3
	Summa Total		2	60	162	152	44	6		426
Granskog Spruce	0—									—
	20—									—
	40—		3	4						7
	60—		8	18	9	1	1			37
	80—		6	26	11	3	1			47
	100—		7	8	14	4	1			34
	120—		1	3	3	6	1			14
	140—			1	1	1				3
	160—					1				1
	Summa Total		25	60	38	16	4			143
Björkskog Birch	0—									—
	20—		2	5	1	1				9
	40—	1	2	10	5	1				19
	60—		1	5	2	1				9
	80—					1				1
	100—									—
	120—									—
	140—									—
	160—									—
	Summa Total	1	5	20	8	4				38
Blandskog Mixed	0—									—
	20—			2	2	2			1	7
	40—			2	2					4
	60—		1	12	5					18
	80—		3	10	9	2			2	26
	100—			10	4	1			1	16
	120—				5					5
	140—									—
	160—									—
	Summa Total		4	36	27	5			4	76

* Boniteten ej uppskattad under fältarbetet.
Site quality not assessed during fieldwork.

Tab. 6. Provytornas fördelning på åldersklasser och bonitetsklasser. Södra Sverige. Orörd skog.

Distribution of sample plots by age classes and site quality classes. S. Sweden.
Untouched stands.

Beståndstyp Stand type	Ålders- klass Age class	Bonitet enligt Jonson Jonson site quality								Summa Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
		Antal provytor No. plots								
Tallskog Pine	0—									—
	20—		1	8	8	1				18
	40—		1	6	3	2				12
	60—		2	5	9	7	1			24
	80—			6	10	3	3			22
	100—			4	5	2	1	3		15
	120—			4	2		1	1		8
	140—			4	3	7	1			15
	160—		1		3	2	1	1	2	10
	Summa Total		5	37	43	24	8	5	2	124
Granskog Spruce	0—									—
	20—		4	1						5
	40—		6	6	4					16
	60—		5	15	4					24
	80—		3	11	2	4				20
	100—		3	12	9	2				26
	120—		2	5	3	2				12
	140—		1	1	3					5
	160—									—
	Summa Total		24	51	25	8				108
Björkskog Birch	0—									—
	20—		1	7	2					10
	40—		1	11	5					17
	60—	1		2	2					5
	80—									—
	100—									—
	120—									—
	140—									—
	160—									—
	Summa Total	1	2	20	9					32
Blandskog Mixed	0—									—
	20—		1	6	9					16
	40—	1	2	10	5	1				19
	60—	1	8	17	16		1			43
	80—		4	13	6	5				28
	100—		4	16	3	5				28
	120—		1	5	3	1				10
	140—			4	1					5
	160—		1	4	1	2		1		9
	Summa Total	2	21	75	44	14	1	1		158

Tab. 7. Provytornas fördelning på åldersklasser och bonitetsklasser. Södra Sverige. Gallrad skog.

Distribution of sample plots by age classes and site quality classes. S. Sweden. Thinned stands.

Beståndstyp Stand type	Ålders- klass Age class	Bonitet enligt Jonson Jonson site quality							Summa Total
		I	II	III	IV	V	VI	*	
		Antal provytor No. plots							
Tallskog Pine	0—								—
	20—		4	14	3				21
	40—		14	32	6	1			53
	60—		6	20	10	2			38
	80—		2	7	5	1			15
	100—		1	1	2	1	1		6
	120—			1	2	2			5
	140—								—
	160—								—
	Summa Total		27	75	28	7	1		138
Granskog Spruce	0—								—
	20—	23	13						36
	40—	17	7	4					28
	60—	25	16	4	1				46
	80—	13	9	3					25
	100—	2	1	5					8
	120—								—
	140—								—
	160—								—
	Summa Total	80	46	16	1				143
Björkskog Birch	0—		1	1					2
	20—	1	9	11					21
	40—	2	11	10	2			1	26
	60—	1	7	5					13
	80—								—
	100—								—
	120—								—
	140—								—
	160—								—
	Summa Total	4	28	27	2			1	62
Blandskog Mixed	0—								—
	20—		1	3					4
	40—	2	5	2					9
	60—	2	13	11	3				29
	80—	3	6	9					18
	100—		1	3	1				5
	120—				1				1
	140—								—
	160—								—
	Summa Total	7	26	28	5				66

* Boniteten ej uppskattad under fältarbetet.
Site quality not assessed during fieldwork.

Tab. 8. Antalet stående och fällda provträd.

Number of standing and felled sample trees.

Materialgrupp Group	Antal No.					
	Stående provträd Standing trees			Fällda Provträd Felled trees		
	Tall Pine	Gran Spruce	Björk Birch	Tall Pine	Gran Spruce	Björk Birch
<i>Orörd skog</i> Untouched stands						
N. Sverige N. Sweden	8 828	13 818	4 764	1 076	1 305	246
S. Sverige S. Sweden	8 601	9 880	3 253	712	951	257
Hela Sverige All Sweden	17 429	23 698	8 017	1 788	2 256	503
<i>Gallrad skog</i> Thinned stands						
N. Sverige N. Sweden	21 952	11 712	2 545	2 212	834	261
S. Sverige S. Sweden	8 779	11 552	2 314	1 059	1 191	592
Hela Sverige All Sweden	30 731	23 264	4 859	3 271	2 025	853
<i>Hela materialet</i> Entire material						
N. Sverige N. Sweden	30 780	25 530	7 309	3 288	2 139	507
S. Sverige S. Sweden	17 380	21 432	5 567	1 771	2 142	849
Hela Sverige All Sweden	48 160	46 962	12 876	5 059	4 281	1 356

Tab. 9. Vedprov från orörda bestånd.

Wood samples from untouched stands.

Trädslag Species	Antal No.					
	Provytor No. plots	Provträd No. trees	Vedprov från Wood sample from			Vedprov totalt Total wood samples
			25	50	75	
			procent av trädhöjden per cent of tree height			
Tall Pine	90	269	269	269	269	807
Gran Spruce	171	506	467	467	214	1 187

6. Vissa riktlinjer för den stora produktionsundersökningens genomförande

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen, som huvudsakligen gjordes under år 1941, skisserades vissa riktlinjer för undersökningens genomförande beträffande produktionens aktuella huvudfrågor. Detta skedde i klart medvetande om att utvecklingen inom skogsbruket och skogsforskningen kunde komma att föranleda avsteg från den ursprungliga undersökningsplanen.

6.1. Preliminär tidsplan och kompletterande material

Med hänsyn till angelägenheten av att på förhållandevis kort tid få fördjupade kunskaper i de aktuella produktionsfrågorna, vilket närmare diskuterats i det föregående (kapitel 3.3.), uppställdes *preliminärt* som riktpunkt att undersökningen skulle slutföras med avseende på produktionens huvudfrågor under en 15-årsperiod. Härvid uppskattades fältarbetet i orörd skog kräva omkring fem år och i gallrad skog likaledes fem år samt den avslutande bearbetningen ytterligare fem år. Det erforderliga totala provyteantalet uppskattades till 2 å 3 000 ytor.

Primärbearbetningen av observationsmaterialet, dvs. mätning av årsringar, kubering av fällda provträd, analys av humus- och jordprov etc., skulle ske fortlöpande. Under första och delvis andra 5-årsperioden skulle även i det följande berörda specialundersökningar utföras. Under andra 5-årsperioden skulle funktioner och tabeller för produktionen i orörd skog framställas.

Denna undersökningsplan innebar sålunda en stark prioritering av den stora produktionsundersökningen inom ramen för den dåvarande skogsavdelningens program för produktionsforskning. Tidsschemat har emellertid av olika anledningar ej kunnat hållas. Fältarbetet i orörd skog avslutades år 1949 och i gallrad skog först år 1965. Primärbearbetningen av observationsmaterialet är emellertid nu långt framskriden. Vidare har särskilda produktionstabeller för vårtbjörk utarbetats (*Fries*, 1964). Barrblandskogen har ägnats en ingående studie (*Jonsson*, 1961) och ett stort antal andra specialundersökningar har utförts (6.2.).

Orsakerna till den långa fördröjningen av den stora produktionsundersökningens slutförande torde vara flera. Utvecklingen har ställt stora krav på institutionens medverkan vid belysning av nya fråge-

ställningar samt gamla problem, som ånyo aktualiserats. Hit hör exempelvis gödsling av skogsmark samt bokskogens produktion och specialundersökningar rörande produktionens kvalitet etc. Bidragande orsaker torde också vara att flera personbyten i institutionens ledning skett under ifrågavarande tid (s. 4) samt att forskarpersonalen fått nya arbetsuppgifter efter sammanslagningen av skogsforskningsinstitutet med skogshögskolan (forskarutbildning och forskarhandledning). Nödvändiga specialundersökningar, t. ex. väderlekens inflytande på tillväxten och boniteringsfrågan har även tagit i anspråk avsevärt större resurser än som förutsetts.

Forskningsprogrammet för institutionen för skogsproduktion för perioden 1969—1974 ger emellertid högsta prioritet åt bearbetningen av materialet från den stora produktionsundersökningen. Denna beräknas leda fram till produktionsmodeller med vilkas hjälp produktionstabeller kan konstrueras för alternativa utgångslägen och behandlingar. Utfallet av olika sortiment och värdeproduktionen för de olika alternativen kommer även att beräknas. Detta forskningsprojekt har organiserats på två arbetsgrupper — en för tall och en för gran (*Carbonnier*, 1968). Det är enligt min mening angeläget att denna prioritering kan genomföras. På längre sikt torde en alltför stor splittring av forskningsresurserna motverka en förhållandevis snabb orientering i för skogsproduktionen betydelsefulla frågor som vägledning för dagens skogsbruk och underlag för den fortsatta forskningen.

Vid planläggningen av den stora produktionsundersökningen som engångsundersökning utan väntetid (3.2.2.) förutsågs att *svårigheter kunde uppstå att i vissa fall erhålla tillräckligt provytematerial*. Ett sådant fall var *gallrad björkskog i norra Sverige*. I Finland däremot har björken sedan gammalt intagit en framträdande plats i skogsbruket och björkbestånden har i betydande omfattning gallrats. Vid planläggningen av den stora produktionsundersökningen räknade man därför med möjligheten att kunna komplettera det svenska björkmaterialet med tillfälliga björkprovytor utlagda i bestånd som gallrats av det praktiska skogsbruket i Finland. Genom välvilligt tillmötesgående från den finska skogsforskningsanstalten hade ett preliminärt löfte erhållits att även få utnyttja uppskattningsresultat från anstaltens björkprovytor och på dem göra vissa kompletterande observationer. En sådan komplettering har också kommit till stånd (*Fries*, 1964).

Att främja ett samarbete av ovannämnd art blev bl. a. en betydelsefull uppgift för den år 1954 på svenskt initiativ bildade »*Samarbetsnämnden för de nordiska skogsforskningsinstituterna*». På produktions-

forskningens område skulle Danmark särskilt kunna bidra med provytematerial i ek, bok och ask, Finland med som nämnts björkprovytor, Norge med provytor i granskog och Sverige med tallmaterial (Näslund, 1954).

Vid rekognosceringen av provytor för den stora produktionsundersökningen måste man även vara beredd på att det i vissa områden skulle kunna visa sig svårt att uppbringa *extremt gallrade bestånd* i önskvärd omfattning. Om detta skulle bli fallet, måste de tillfälliga provytorna kompletteras genom utläggning av provytor som behandlas med extrema huggningar och observeras i 5 å 10 år och sedan inlemmas i materialet. Det är givetvis angeläget att denna komplettering sker så snart behovet framkommit.

Under fältarbetet har det särskilt i södra Sverige visat sig vara ont om mera extremt gallrade bestånd, varför sådana gallringar utförts på ett antal provytor. Sammanlagt har 30 tallytor och 21 granytor behandlats på detta sätt. Efter ett antal år kommer dessa provytor att uppskattas på nytt och tillföras materialet för den stora produktionsundersökningen. Hittills har 20 av dessa uppskattats fem år efter behandlingen (Carbonnier, 1968).

6.2. Specialundersökningar

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen förutsattes att vissa specialundersökningar skulle komma till stånd som fristående forskningsuppgifter. Dessa specialundersökningar, som ansågs nödvändiga för huvudbearbetningen, skulle utföras parallellt med insamlingen av observationsmaterialet till den stora produktionsundersökningen. En del observationer i provytorna motiveras av dessa undersökningar. Syftet med specialundersökningarna skall kort beröras i det efterföljande.

6.2.1. Klimatväxlingarnas betydelse för produktionen

I den stora produktionsundersökningen avses att studera tillväxten under en relativt kort tidsperiod. Om t. ex. särskilt goda växtår övervägt under den aktuella perioden, blir den observerade tillväxten högre än normalt. En på sådana observationer grundad produktionstabell skulle därför kunna ge avsevärt för höga resultat. För att förebygga en snedvridning av detta slag måste man korrigera den observerade tillväxten till att gälla vid »normala» klimatförhållanden.

Ur detta läge finns huvudsakligen två utvägar, som diskuterades vid planläggningen av produktionsundersökningen (jfr Petterson, 1955

s. 77). Det ena alternativet är att med stöd av meteorologiska data siffermässigt söka karakterisera ett kalenderår som gott eller dåligt ur diametertillväxtsynpunkt. Den andra metoden förutsätter att *årsringsindex* bildas på riksskogstaxeringens ständigt förnyade material. Det förutsattes att bl. a. dessa metoder skulle undersökas med hjälp av material från observationerna i orörd skog och från riksskogstaxeringen.

Denna fråga har sedan underkastats en ingående bearbetning. Sålunda har *Eklund* studerat årsringsbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran i norra Sverige (*Eklund*, 1954) samt granens årsringsvariationer inom mellersta Norrland och deras samband med klimatet (*Eklund*, 1957). Senare har *Bengt Jonsson* underkastat problemkomplexet en ingående analys i sin doktorsavhandling (*Jonsson*, 1969). *Jonsson* visar att »väderleksmetoden» på grund av bristande precision i de framlagda väderleksfunktionerna är underlägsen indexmetoden. Han anvisar också hur årsringsindex lämpligen bör framställas enligt indexmetoden.

6.2.2. Boniteringsfrågan

Det förutsattes vid planeringen av den stora produktionsundersökningen att boniteringen skulle grundas på beståndets *höjdbonitet*. Vid den regressionsanalytiska bearbetningen skulle dessutom jämsides studeras olika ståndortsfaktorerers inflytande på produktionen.

Höjdboniteten skulle karakteriseras av beståndets övre höjd vid 100 år. Denna definition introducerades i den svenska produktionsforskningen av *Henrik Petterson* redan 1929 (*Petterson*, 1930). Den övre höjden definierade *Petterson* på följande sätt: den höjd som i en på diametrarna upplagd höjdkurva avläses vid stamfördelningens övre gräns. För praktiskt bruk rekommenderade *Petterson* avläsning vid den grövsta diametern.

Petterson har ingående diskuterat gallringens inverkan på höjdboniteten och konstaterar att så snart boniteringen grundas på medelträd, riskeras att resultatet snedvrider genom oäkta bonitetsändring. Sålunda kan man schematiskt tala om två slag av oäkta bonitetsändring. Om gallringen är olikformig med hänsyn till diametrarna, kan den ändra medelträdets diameter och därmed indirekt dess höjd (första slaget). Eller också kan gallringen lämna medelträdets diameter oförändrad men påverka dess höjd genom övervägande uttag under eller över höjdkurvan (andra slaget). Då den övre höjden användes som bonitetsvisare, bortfaller vid självgallring, låggallring och genomgallring

all oäkta bonitetsändring av första slaget. Däremot kvarstår, liksom vid övriga tidigare använda former av höjdbonitering, den oäkta bonitetsändringen av andra slaget. På grund av brist på lämpligt observationsmaterial måste *Petterson* nöja sig med att konstatera problemets existens (*Petterson*, 1955). Av samma skäl måste *Petterson* beträffande höjdutvecklingskurvans form tillgripa provisoriska konstruktioner.

Mot denna bakgrund var det därför angeläget att söka tillgodose det behov av observationer som *Petterson* efterlyst. Detta skedde särskilt vid utformningen av observationerna på de fällda provträden (borrning på 1, 10, 30, 50, 70 och 90 procent av trädhöjden, mätning av de 30 sista toppskotten etc.). Med stöd av detta material samt genom specialstudier av de fasta försöksytorna, som genom nytillkommande revisioner blivit värdefulla för detta ändamål, ansågs det kunna bli möjligt att väsentligt förbättra höjdboniteringen.

I många fall är bonitering efter ålder och höjd utesluten — tras- och restskogar, plantbestånd, kalmarker, olämpligt trädslag etc. I sådana fall finns det ett behov av att kunna uppskatta höjdboniteten med stöd av ståndortsobservationer, som även kan utföras i de nämnda beståndstyperna. Den utförliga registreringen av ståndorten avsåg att möjliggöra ett närmare studium av detta specialproblem. Erfarenheter från undersökningen av den gamla granskogen syntes uppmuntra härtill (*Näslund*, 1942).

Boniteringsfrågans olika aspekter har varit föremål för en fortsatt ingående forskning (*Carbonnier*, 1967b). Höjdutvecklingskurvans form har särskilt studerats av *Lundqvist* (1957), *Matérn* (1959) och *Persson* (1959). Senare har *Fries* (1967) framlagt preliminära boniteringskurvor för tall och gran med tillämpning av en ny metod, som anvisats av *Matérn*. *Fries* bygger liksom *Petterson* på den övre höjden vid 100 år, men definierar denna höjd som höjden enligt beståndets höjdkurva för ett träd, vars diameter motsvarar aritmetiska medeldiametern för de 100 grövsta träden per ha. Med ledning av observationer från de fasta försöksytorna har konstruerats en ålder-höjd-modell, som legat till grund för boniteringskurvornas konstruktion. Denna fråga är föremål för vidare bearbetning. Det eftersträvas att i princip eliminera den förskjutning av höjden inom diameterklasserna, som gallring och naturlig skiktning kan förorsaka. En orienterande undersökning över sambandet mellan volymproduktion och höjdbonitet har utförts av *Carbonnier* (1967c).

Sambandet mellan höjdbonitet och olika ståndortsfaktorer har in-

gående studerats av *Lundmark* (1966, 1967). Detta forskningsarbete bygger i stor utsträckning på ståndortobservationer från den stora produktionsundersökningen och har lämnat mycket intressanta och värdefulla resultat.

6.2.3. Nya kuberingsfunktioner

Vid primärbearbetningen av dåvarande skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog (*Näslund*, 1936) bearbetades bl. a. ett omfattande material av fällda, sektionsmätta provstammar. Detta arbete var emellertid strängt inriktat på att lösa den förelagda uppgiften: försöksytornas kubering med stöd av befintligt observationsmaterial. De erfarenheter för praktiskt taxeringsarbete, som kunde utvinnas ur materialet, måste därför förbehållas kommande specialundersökningar.

Den stående skogens kubikmassa beräknades vid den nämnda bearbetningen för vissa delar av revisionsmaterialet med hjälp av en härledd, matematisk funktion. På grund av den härvid vunna erfarenheten om regressionsanalysens inneboende möjligheter till en fortsatt utveckling av våra uppskattningsmetoder, underkastades provstamsmaterialet senare en förnyad bearbetning i syfte att söka utforma en *objektiv* metod för kubering av stående träd med hjälp av i praktiken lätt utförbara mätningar. Härigenom skulle i första hand erhållas för praktiken omedelbart användbara resultat. Därjämte skulle man få en överblick över vad som ytterligare kan stå att vinna med precisionsmetoder (jfr *Näslund*, 1940).

Denna arbetsuppgift var beträffande tallens kubering på bark slutförd år 1934, då vissa resultat av dessa studier publicerades i ett förelöpande meddelande (*Näslund*, 1934). Det slutliga publicerandet av undersökningen uppsköttes i avvaktan på resultaten från en motsvarande behandling av kuberingsfrågan för gran och björk (*Näslund*, 1940 och 1947). Undersökningen resulterade i matematiska funktioner för formtalets och kubikmassans bestämmande på och under bark för tall, gran och björk. Särskilda funktioner utarbetades för norra och södra Sverige samt för hela landet.

I syfte att tillfredsställa olika krav på noggrannhet vid det praktiska taxeringsarbetet härleddes dels enkla funktioner, som endast fordrar kännedom om trädets brösthöjdsdiameter och höjd, dels noggrannare och mera arbetskrävande funktioner, som dessutom fordrar kännedom om kronförhållandet och i vissa fall brösthöjdsdiameterens barkprocent. De mindre funktionerna tabellerades samtidigt. Senare har även de större funktionerna framställs i tabellform (*Näslund & Hagberg*,

1950 och 1952). Kuberingsfunktionerna och -tabellerna har fått stor användning i det praktiska skogsbruket och i riksskogstaxeringen samt vid vissa vetenskapliga undersökningar.

Materialet till kuberingsfunktionerna har utgjorts av fällda, sektionsmätta provstammar från fasta försöksytor och tillfälliga undersökningsytor samt från avverkningstrakter på försöksparkerna. Härtill kommer ett kompletterande material av granprovstammar från fjälltrakterna och tallprovstammar från kustbandet. Provistammarna har enmeterssektionerats, varvid tillvägagångssättet varit följande. Diametern mättes på bark genom korsklavning på 0,5 m och sedan med enmetersintervall samt dessutom på 1,3 m. Därjämte har barktjockleken uppmätts vid klavningsställena för diametern, varvid ett mått tagits på trädets översida.

Det använda provstamsmaterialet var det bästa som stod till buds vid tiden för undersökningen, dvs. i början av 1930-talet. Materialet hade emellertid ursprungligen insamlats för ett begränsat ändamål: uppskattning av gallringsvirkets kubikmassa på de fasta försöksytorna samt efter en viss sortering även för härledning av det kvarvarande beståndets massa. Härvid har huvudsyftet varit att få en noggrann uppskattning av gallringsvirkets och det kvarvarande beståndets totala kubikmassa. För detta ändamål torde enmeterssektioneringen av provstammarna ha varit en arbetsbesparande och tillfredsställande metod.

Enmeterssektioneringen ger i regel något för *låg* kubikmassa, och denna underskattning är störst för korta trädlängder. För 20 m trädet blir felet endast $-0,03\%$, men stiger till $-0,10\%$ för 10 m trädet (*Petrini*, 1928). i båda fallen förutsättes att formklassen är 0,65. Det negativa felet stiger med sjunkande formklass. För höga formklasser och korta träd kan felet bli positivt. Som underlag för en undersökning som syftar till att utforma *precisionsmetoder* för kubering och aptering av stående träd är därför enmeterssektionerade provstammar ej något lämpligt material. Härför erfordras provstammar, som sektionsmätts vid samma relativa avstånd från marken och vid ett stort antal mätställen. Detta har beaktats vid utformningen av observationerna på de fällda provträden i den stora produktionsundersökningen.

Diameter på bark och barktjocklek har nämligen registrerats vid 20 mätställen förutom vid brösthöjd. Läget av dessa är uttryckt i procent av trädets längd över mark. Dessutom har trädets krongräns, torrgrensgräns och barkpunkt samt största och minsta kronradie angivits. Syftet med dessa observationer har varit att lämna material till nya

och noggrannare kuberingsfunktioner och avsmalningstabeller för tall, gran och björk. Detta material tillåter även att — utöver brösthöjdsdiametern — en högre belägen diameter införes i regressionsanalysen och vid studiet av stamformen för utformning av metoder med stor precision. Enligt institutionens för skogsproduktion program för perioden 1969—1974 (*Carbonnier*, 1968) har sådana undersökningar planerats.

6.2.4. Orienterande undersökningar över rastypernas och skogstypernas betydelse för produktionen

Vid planläggningen av den stora produktionsundersökningen ansågs det av intresse att även studera vissa då aktuella *träd- eller rastypers betydelse* för produktionen. I detta syfte har för de stående provträden i orörd skog både *Sylvéns* grantyper och *Lindquists* talltyper registrerats. I gallrad skog har endast *Lindquists* talltyper angivits. Dessa trädtyper definieras närmare i instruktionen för fältarbetet (se Bil. 1).

Med ledning av observationerna över kronans utformning på de stående provträden (krongräns, kronradier, kvistvinkel, grenlutning etc.) kan och bör även andra, objektivt mätbara krontyper definieras och studeras.

Vid undersökningen av den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning (*Näslund*, 1942) studerades även *Sylvéns* grantyper (*Sylvén*, 1916). Undersökningen lämnade ett utslag i den riktningen, att kam- och borstgranar är överlägsna kvast- och plangranar med avseende på den relativa årsringsbredden efter huggningen.

En orienterande undersökning över vissa trädtypers betydelse för produktionen synes alltså vara av intresse. Denna torde i första hand bör utföras med stöd av observationsmaterialet från orörd skog.

Skogstypen som hjälpmedel för ståndortskaraktärisering behandlas utförligt i undersökningen av den gamla granskogen (*Näslund*, 1942).

På den stora produktionsundersökningens provtytor har en ingående beskrivning av markvegetationen utförts efter rent floristiska grunder (se s. 33). Provytan har sålunda inte klassificerats enligt något visst skogstypssystem i fält.

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen förutsattes att skogstypsfrågan skulle underkastas ett orienterande studium med stöd av materialet från provtytorna i orörd skog och enligt i huvudsak de principer som tillämpats vid undersökningen av den gamla granskogen genom härledning av *skogstypsindex* för alternativa förslag

till skogstypsklassificering. Enligt min uppfattning är detta förfarings-sätt ur teoretisk synpunkt av stort intresse, emedan andra ej direkt mätbara faktorer på liknande sätt kan införas i regressionsanalysen som oberoende variabler (*indexvariabler* jfr Näslund, 1942).

6.2.5. Tillförlitligheten vid rekonstruktionen av de utgallrade trädens grundyta vid brösthöjd

De utgallrade trädens grundyta vid brösthöjd är avsedd att uppskattas med stöd av de avverkade trädens stubbdiameter enligt stubbräkningen och registreringen av stubb- och brösthöjdsdiametererna på de stående provträden.

Tillförlitligheten av denna uppskattning kan studeras på de fasta försöksytorna och de s. k. trakterna på försöksparkerna (se s. 26). Det gäller härvid dels att belysa svårigheten att hänföra stubbarna till rätt avverkningstillfälle och rätt trädslag, dels att uppskatta det fel som uppstår vid omräkning av diameter i stubbhöjd till grundyta vid brösthöjd.

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen förut-sattes att en sådan undersökning skulle komma till stånd innan materialinsamlingen i gallrad skog påbörjades. Erfarenheterna från under-sökningen av den gamla granskogen och från riksskogstaxeringens stubbinventering syntes dock tala för att det vid normala huggnings-intervall var en framkomlig väg att uppskatta den sista avverkningen med hjälp av stubbarna. Detta bestyrkes också av den undersökning, som utförts av *Fries* i här avsett syfte (*Fries*, 1964; jfr även *Nyyssönen*, 1955).

6.2.6. Produktionens beroende av efterverkningar från tidigare gallringar

Den stora produktionsundersökningen har planerats som en en-gångsundersökning, vars fördelar och nackdelar diskuterats i kapitel 3.2. Härvid har framhållits att metodens svagheter nästan helt gäller den tidigare utvecklingen. Genom observationer på stubbarna kan man endast få en uppskattning av den närmast föregående gallringen. Om tidigare ingrepp står i regel ej andra upplysningar att få, än vad som kan utläsas av årsrings- och toppskottsutvecklingen decennier bakåt i tiden och av anteckningar om uppkomstsätt, tidpunkt för föregående huggningsingrepp etc.

Det är emellertid klarlagt att effekten av ett huggningsingrepp kan inverka på tillväxten under en avsevärd tid framåt. Denna fråga har närmare belysts av bl. a. *Henrik Petterson* i ett tidigt skede av den regressionsanalytiska bearbetningen av de fasta försöksytorna (*Petterson*, 1937). Den efterverkan av tidigare gallringar det här är fråga om torde kunna betraktas som effekt av försenad gallring, vilken ej sällan gör sig gällande ett tiotal år framåt (jfr bl. a. *Näslund*, 1942).

Vid den regressionsanalytiska bearbetningen av materialet till den stora produktionsundersökningen bör de ofta förekommande fallen av försenad gallring beaktas. Detta kan vid bearbetning av fasta gallringsförsök ske genom att som variabler i analysen införa uttryck för de verkliga gallringsuttagen före den sista gallringen. Vid engångsundersökningar torde vi i första hand vara hänvisade till att studera den för klimat- och åldersavtagande korrigerade årsringsutvecklingen i brösthöjd före den sista gallringen. Exempelvis kvoten mellan den första och andra 10-årsperioden före sista gallringen. Även andra uttryck för reaktionen efter tidigare huggningar är tänkbara. En uppdelning av provyttematerialet på grupper, där den aktuella gallringen är en första gallring, andra gallring eller tredje gallring kan också belysa effekten av tidigare avverkningar.

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen avsågs att en orienterande undersökning över den här berörda frågan skulle utföras på material från de s. k. trakterna på Siljansfors försökspark, där avverkningsåret är angivet på stubbarna genom stukyxmärkning. Även en del äldre fasta försöksytor, som var avsedda att nedläggas, kunde användas för ändamålet. På detta material skulle både olika uttryck för de verkliga gallringsuttaget och årsringsutvecklingen före sista gallringen provas och jämföras som variabler för gallringsreaktionen efter tidigare avverkningar.

6.2.7. Kalamitetsrisken samt förekomsten av röta och tekniska fel

Enligt instruktionen för fältarbetet har provytor ej utlagts i bestånd där någon av de två sista huggningarna verkstälts på grund av inträffade *kalamiteter*, t. ex. vindfällning, snöbrott eller insektsjärjning. Den stora produktionsundersökningen kan därför inte belysa risken för kalamiteter vid mycket starka huggningsingrepp och den naturliga självgallringen vid långa intervall mellan avverkningarna. Dessa frågor måste studeras genom specialundersökningar, varvid registreringarna på de fasta försöksytorna och de s. k. trakterna på försöksparkerna kan utnyttjas. En sådan undersökning ingår också i institu-

tionens forskningsprogram för perioden 1969—1974 och har redan påbörjats.

I samband med klavningen av träden på provytan (stamräkningen) klassificeras dessa med hänsyn till förekommande *tekniska fel, skador och sjukdomar* (se Bil. 1). Därigenom erhålles en god belysning av det kvarvarande beståndets tillstånd i detta avseende. Däremot känner vi givetvis inte förekomsten av tekniska fel och skador på de avverkade träden. Gallringens kvalitetsförbättrande betydelse måste därför studeras genom specialundersökningar. Detta synes med fördel kunna ske i samband med provstämplingarna vid riksskogstaxeringen.

7. Några synpunkter på tillväxtfunktionerna och deras praktiska tillämpning

Tillväxtfunktionerna för de undersökta trädslagen (tall, gran och björk) utgör produktionsundersökningens grundläggande resultat. Vi skall här helt allmänt beröra funktionernas härledning och några viktiga praktiska tillämpningar av desamma.

7.1. Tillväxtfunktioner

Vid härledningen av tillväxtfunktionerna förutsattes att detta i huvudsak sker enligt de allmänna principer som tillämpades vid undersökningen av den gamla granskogen (*Näslund, 1942*), varvid det enskilda trädet betraktades som fristående undersökningselement och indexvariabler användes som uttryck för ej direkt mätbara faktorer, t. ex. skogstypen.

De tillväxtfunktioner som framställdes i den ovannämnda avhandlingen avsåg beräkningen av den relativa årsringsbredden och formhöjdens tillväxtprocent samt separat även höjdtillväxtprocenten. Den relativa årsringsbredden definierades som genomsnittlig årsringsbredd vid brösthöjd under 15-årsperioden efter huggningen uttryckt i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-årsperioden före huggningen. Vidare härleddes en hjälpfunktion för beräkning av de stående provträdens höjd vid huggningsingreppet genom en regressionsanalytisk bearbetning av de fällda provträdens höjdtillväxt.

Givetvis kan den beroende variabeln i tillväxtfunktionerna uttryckas på annat sätt än i den nämnda undersökningen, och i vissa fall kan detta även vara fördelaktigt. I det följande begränsar vi oss till att helt allmänt behandla tillväxten under en period framåt som en funktion av ett stort antal faktorer, som förmodas vara av betydelse för densamma. Diskussionen ansluter närmast till diametertillväxten, men kan i huvudsak även överföras till att avse andra tillväxtbestämmande faktorer (höjd och form).

Av kapitel 4.2. framgår att de på provytorna gjorda observationerna hänföres till ståndorten, beståndet eller det enskilda trädet och är utförda så, att de direkt eller efter bearbetning anger vissa egenskaper av antagen betydelse för produktionen. Vi skall i det följande kommentera några av dessa observationer som tänkbara oberoende variabler i en tillväxtfunktion för diametertillväxten och begränsar oss till

faktorer som ej prövats i undersökningen över den gamla granskogen.

De tidigare berörda specialundersökningarna rörande bonitetsfrågan, skogstypen och klimatet avser att finna effektiva uttryck för dessa ståndortskaraktärer, som kan ingå som oberoende variabler i tillväxtfunktionen (6.2.). Det är givetvis även av stort intresse att undersöka huruvida ståndortens beskrivning i tillväxtfunktionen kan förbättras med ledning av analysen av jord- och humusproven samt registrering av grundvatten och marklutning (jfr *Lundmark*, 1967).

Det enskilda trädets plats i beståndet, dvs. om det står i en gles eller tät del av detsamma och om det är ett litet eller stort träd i förhållande till omgivningen, torde ha stor betydelse för tillväxten. Registreringen av cirkelprovytorna och observationerna på provträden ger stora möjligheter att pröva olika uttryck för trädets plats i beståndet. Detsamma gäller beskrivningen av trädslagsblandningen i den närmaste omgivningen.

Träd- eller rastypens betydelse för tillväxten har förutsatts bli föremål för en specialundersökning (kapitel 6.2.4.). Ger denna undersökning utslag för ett avsevärt inflytande av träd- eller rastypen på tillväxten, bör denna givetvis i lämplig form prövas som oberoende variabel i tillväxtfunktionen.

Under förutsättning att krongränshöjden inte ändras under tillväxtperioden, kan och bör även kronförhållandet prövas som oberoende variabel.

Regressionsanalysen resulterar i funktioner, som ger den sannolika tillväxten för det enskilda trädet i materialet under vissa givna förhållanden, som beskrivs av de i funktionerna ingående oberoende variablerna. Trädens volym beräknas med kännedom om de tre volymkomponenterna: diameter, höjd och formtal, och volymtillväxten beräknas med kännedom om förändringarna i dessa komponenter. Härvid grundar sig diametertillväxtfunktionen på det större, borrade, stående provträds materialet, medan tillväxtfunktionerna för höjd och formtal bygger på det mindre, fällda provstamsmaterialet.

Till grund för valet av oberoende variabler ligger en *skoglig biologiskt underbyggd arbetshypotes* över i detta fall tillväxtens orsakssammanhang. De faktorer som primärt betingar växandet är emellertid svårbestämbara. Man är därför vid regressionsanalysen hänvisad till mera lättåtkomliga, mätbara faktorer, som påverkar tillväxten utan att primärt betinga den. Dessa tillväxtindicerande karaktärer införes i matematisk form som variabler i regressionsfunktionerna. Regressionskoefficienternas procentuella medelfel anger den ordning i vilken de

oberoende variablerna har betydelse för bestämningen av den beroende variabeln, i detta fall tillväxten. Den variabel, vars koefficient har den minsta medelfelsprocenten, är av den största betydelsen i funktionen. Om denna utgår, ökas spridningen kring funktionen betydligt.

Den uppställda hypotesen upprätthålles sedan, så länge den verifieras av funktionsförsöken. Motsäger dessa hypotesen, ger detta anledning till uppställandet av en ny eller modifierad hypotes, som prövas genom en ny variabeluppsättning. Erhålles härvid ett gynnsamt utslag, blir nästa steg att bygga ut hypotesen till allt större detaljrikedom. Dessa försök kan betraktas som *frågor till materialet*, varpå detta svarar. Och på så sätt fortsätter analysen, tills funktionens spridning nedbringats i erforderlig grad. Denna funktion accepteras sedan som ett approximativt uttryck för *det yttre skeendet*. Härmed har de arbetshypoteser, som legat till grund för funktionens härledning, fyllt sin uppgift. De fakta som funktionen återspeglar utgör regressionsanalysens resultat. Framgången i den ofta mycket svåra uppgiften att välja variabler och återge samspelseffekter beror i hög grad på bearbetarens omdöme och kunnighet. Ett stort och fullständigt material underlättar alltid arbetet, ty med ett sådant stöd kan man ofta genom enkla förundersökningar orientera sig över sambandens form och samspelens art. I detta avseende fyller materialet för den stora produktionsundersökningen stora anspråk.

De härledda tillväxtfunktionerna möjliggör en *prognos* för det enskilda trädets tillväxt under exempelvis en 15-årsperiod efter gallringen. Tillväxten per hektar kan sedan i princip erhållas genom att de enskilda trädens beräknade tillväxt summeras.

Innan vi diskuterar tillväxtfunktionernas möjligheter att ge vägledning i aktuella produktionsfrågor, skall några principiella synpunkter på deras *tillförlitlighet* anföras. Funktionens spridning eller medelavvikelse gäller givetvis endast under sådana förhållanden som råder i materialet. Funktionen är tillförlitligast i materialets centrala delar. I fråga om gränfall bör försiktighet iakttas, och utanför materialets gränser kan funktionen ej lämna några upplysningar av större värde.

Ett *slumpmässigt* val av provytebestånd har av lätt insedda skäl ej varit möjlig att praktiskt genomföra (kapitel 4.1.). Resultaten kan därför inte utan vidare tillämpas utanför materialet, som i sträng mening endast representerar sig självt. De härledda funktionernas användbarhet bör därför även prövas på material som ej ingår i den stora produktionsundersökningen. För detta ändamål torde de s.k. trakterna på försöksparkerna samt vissa slutreviderade, fasta gallringsförsök vara av stort värde.

Med ledning av de erfarenheter, som vunnits vid den hittills bedrivna produktionsforskningen enligt de nya linjerna, bör den regressionsanalytiska bearbetningen av den stora produktionsundersökningens mycket omfattande material av provtyper med ingående beskrivning av ståndorten, beståndet och de enskilda träden kunna resultera i tillväxtfunktioner av stort värde för det praktiska skogsbruket och för den fortsatta produktionsforskningen. De bör kunna ge oss en *fördjupad inblick i skogens tillväxtbetingelser* och bidra till att klarlägga lagarna för dess utveckling vid olika behandling och därigenom öka våra begränsade kunskaper i dessa grundläggande frågor. Vi skall nu övergå till några direkta tillämpningar av tillväxtfunktionerna.

7.2. Tillämpningar

Tillväxtfunktionernas huvuduppgift är att tillsammans med vissa hjälpfunktioner möjliggöra framställning av *produktionstabeller* avseende både volym och värde för alternativa utgångslägen och behandlingar.

De av *Henrik Petterson* upprättade produktionstabellerna bygger på en tillväxtfunktion för beståndets medeldiameter (*Petterson*, 1955). Planeringen av den stora produktionsundersökningen har möjliggjort härledning av tillväxtfunktioner för det enskilda trädet, vilket motiverats i det föregående (kapitel 3.5.). *Fries'* bearbetning av björkprovtyperna i den stora produktionsundersökningen för framställning av produktionstabeller grundar sig också på funktioner för det enskilda trädet (*Fries*, 1964).

En övergång till tillväxtfunktioner för *det enskilda trädet* synes kunna möjliggöra en utveckling av metodiken vid framställning av produktionstabeller mot större precision och anpassning till i praktiken förekommande stamfördelningar och därmed mindre schematiseringar än vid tidigare använt förfaringssätt med tillämpning av vissa allmänna fördelningsfunktioner (*Petterson*, 1955). Avser tillväxtsfunktionen det enskilda trädet, erhålles stamfördelningen som ett direkt resultat av undersökningen. Det ligger nära till hands att utarbeta produktionstabellerna på grundval av typträd, som tas ut genom stickprov ur naturliga stamfördelningar (jfr *Fries*, 1964 s. 192). Det tillkommer emellertid den pågående bearbetningen av observationsmaterialet för den stora produktionsundersökningen att närmare studera och utveckla metodiken vid framställning av produktionstabeller. För bedömningen av produktionstabellernas tillförlitlighet är de fasta försökstyperna av stort värde. De ger en god uppskattning av totalproduktionen

på den enskilda ytan under försökstiden, som nu uppgår till många decennier.

Ett näraliggande och betydelsefullt tillämpningsområde för tillväxtfunktionerna är konstruktion av *gallringsmallar*. Dessa måste betraktas som ett nödvändigt styrmedel för beståndsvården mot den fastställda målsättningen.

En betydelsefull användning av funktionerna är att i studiesyfte tillämpa dem på viktiga aktuella typfall i fält för beståndets gallring och avveckling. Detta kan tillgå så, att stämplingar utföres (markeras) i fält enligt olika alternativ (*simuleringar*), varefter de enskilda trädens förväntade tillväxt efter huggningen beräknas. Förfaringssättet har tillämpats i undersökningen över den gamla granskogen för studium av huggningsformens och huggningsstyrkans betydelse för massaproduktionen (*Näslund*, 1942 kap. XIV), men kan givetvis utvecklas till att även avse värdeproduktionen.

En annan mera direkt tillämpning av tillväxtfunktionerna är *avverkningsberäkningar* av den typ som *Henrik Petterson* utfört för övre och mellersta Norrland på grundval av riksskogstaxeringens uppgifter om skogstillståndet (*Petterson*, 1947).

Förenklade tillväxtfunktioner, där de mindre betydelsefulla variablerna utelämnats, torde kunna fylla en viktig uppgift vid *matematisk programmering* av optimal gallring och omloppstid enligt moderna metoder (jfr *Lindgren & Näslund*, B., 1968).

8. Avhandlingar som helt eller delvis bygger på material från den stora produktionsundersökningen

Redan nu föreligger *31 tryckta avhandlingar*, som i olika grad bygger på material från den stora produktionsundersökningen. Dessa arbeten redovisas i Bilaga 2.

Dessutom pågår ett flertal stora undersökningar, som utnyttjar samma material. De viktigaste följer här:

Fries, J. Tallens produktion.

Eriksson, H. Granens produktion.

Ericson, B. Massautbyte och massakvalitet vid sulfatkokning av ved av tall från orörda bestånd.

— Massautbyte och massakvalitet vid sulfat- och sulfitkokning av björkved.

Fries, J. och *Brandel, G.* Tallens, granens och björkens volym och stamform.

Vid sidan av att tjäna huvudsyftet med den stora produktionsundersökningen utgör det synnerligen omfattande och detaljrika observationsmaterialet en *fyndgruva* för de mest skiftande undersökningar. Dessa torde i viss utsträckning kunna vara lämpliga som examensarbeten vid skogshögskolan.

9. Sammanfattning

Vi dåvarande statens skogsförsöksanstalt påbörjades år 1941 fältarbetet till en ny omfattande produktionsundersökning, som gått under arbetsnamnet *den stora produktionsundersökningen*. Fältarbetet till undersökningen avslutades år 1965 (s. 4).

Under den långa tidrymd (1941—1965), som det tagit att insamla observationsmaterialet, har vissa delar av detsamma bearbetats av olika forskare och resultaten härav publicerats. Någon utförlig redogörelse för de motiv och tankegångar, som legat bakom undersökningens planläggning och närmare utformning har dock inte publicerats. Syftet med föreliggande skrift är att lämna en sådan redogörelse och samtidigt redovisa det insamlade, mycket omfattande och detaljrika observationsmaterialet.

I den situation som förelåg i början av 40-talet, då den stora produktionsundersökningen planerades, ansågs det angeläget att genom en *omfattande engångsundersökning* på förhållandevis kort tid få en fördjupad kunskap om skogsbeståndets utveckling och produktion i volym och värde under skilda naturliga förutsättningar och vid olika behandling. Härigenom skulle en ändamålsenlig anpassning av skogsskötseln till ändrade förutsättningar underlättas. Det skulle även bli möjligt att bättre än hittills kunna belysa vad som stod att vinna med nya aktuella metoder för skogsskötseln (3.3.).

Henrik Petterson har genom sin välkända bearbetning av skogsforskningsinstitutets fasta gallringsförsök anvisat en *ny metodik för den skogliga produktionsforskningen*, som går ut på att konstruera produktionstabeller med hjälp av tillväxtfunktioner erhållna genom statistisk analys av tillväxtdata. Metodiken har sedermera vidareutvecklats. Den skogliga produktionsforskningens metoder behandlas närmare i kapitel 2.

Det observationsmaterial, som stod till *Pettersons* förfogande, var emellertid alltför ensidigt sammansatt och — då det från början var avsett för en helt annan bearbetningsteknik — för ofullständigt för att kunna lämna tillfredsställande svar på de för vårt skogsbruk alltmär betydelsefulla produktionsfrågorna. Bearbetningens uppgift blev därför i första hand att erhålla en grundlig orientering av arbetsområdet och anpassning av regressionsanalysens principer till skogsproduktio-

nens problemkomplex samt att därjämte vinna provisoriska resultat, som kunde vägleda skogsbruket i avvaktan på insamling och bearbetning av nytt material.

På grund av här antydda brister hos det gamla materialet väckte *Henrik Petterson* redan 1932 förslag om en ny produktionsundersökning. Först 1941 kunde emellertid materialinsamlingen till den stora produktionsundersökningen startas. Då de stora vedavverkningar, som föranleddes av bränslekrisen under det andra världskriget, hotade att för all framtid undanröja för forskningen viktigt observationsmaterial i orörd skog, påbörjades undersökningen i sådana bestånd.

De allmänna riktlinjerna vid planläggningen av den stora produktionsundersökningen behandlas i kapitel 3. Undersökningen är planlagd som en engångsundersökning av ett mycket stort antal provtytor utlagda både i orörda bestånd och i det praktiska skogsbruket gallrade bestånd samt fördelade över hela Sverige. *Undersökningen avser rena bestånd av tall, gran och björk samt blandbestånd av samma trädslag.*

Bearbetningen av observationsmaterialet syftar till att framställa sambandet mellan det enskilda trädets tillväxt och betydelsefulla ståndorts-, bestånds- och trädkaraktärer i form av tillväxtfunktioner genom *regressionsanalytisk bearbetning* av observationsmaterialet. Funktionerna arbetar framåt och ger en prognos för det enskilda trädets tillväxt under en period, då vissa förhållanden vid periodens början är kända. Tillväxten per hektar kan sedan i princip erhållas genom att de enskilda trädens beräknade tillväxt summeras. Med stöd av sådana funktioner för volymtillväxtens komponenter kan inom materialets gränser olika program för beståndsbehandlingen prövas med avseende på produktionens volym, kvalitet och värde genom konstruktion av *produktionstabeller*.

Observationsmaterialets insamling behandlas i kapitel 4, och detaljerade instruktioner beträffande provtyternas utläggande och på dessa utförda observationer lämnas i Bilaga 1 s. 96 »Instruktion för fältarbetet». Vid fältarbetet har eftersträfvats att med tillgängliga medel och metoder registrera allt som förmodas vara av betydelse för produktionen, i den mån detta kunde ske genom objektiva mätningar och beskrivningar och inom en rimlig kostnadsram.

De på provtyterna gjorda observationerna kan hänföras till ståndorten, beståndet och det enskilda trädet. I kapitel 4.2. lämnas en kortfattad översikt av observationerna med syfte att ge en orientering över det rika material som föreligger, och som vid sidan av huvuduppgiften utgör underlag för ett stort antal specialundersökningar.

Genom observationerna på *cirkelprovytorna* (4.2.3.) möjliggöres ett studium av tillväxten hos det enskilda trädet mot bakgrunden av dess eget tillstånd, dess närmaste miljö (cirkelyta med 5 m radie) samt dess större miljö (provytan). Detta medger en djupare inblick i skogens tillväxtbetingelser i jämförelse med studium av beståndets totala utveckling.

I kapitel 5 lämnas en kort översikt av *observationsmaterialets omfattning*. Det framgår bl. a. att det insamlade materialet totalt omfattar 2 075 provytor, varav 983 i orörd skog och 1 092 i gallrad skog. Provyternas belägenhet åskådliggöres i Fig. 1—8 s. 39—46. Det totala antalet stående provträd utgör för tall ca 48 200 stycken, för gran ca 47 000 och för björk 12 900. De fällda provträden uppgår till för tall ca 5 060, för gran ca 4 280 och för björk ca 1 360. De fällda provträden utgör fristående undersökningselement för studium av kubikmassa, massatillväxt och starmform. På dessa provträd har de mest tidskrävande observationerna utförts.

För att produktionsforskningen skall kunna ge det stöd åt skogs-skötseln, som därmed avses, måste den även förbindas med undersökningar över *virkets kvalitet*. I detta syfte har från fällda provträd även uttagits vedprov, vilkas tekniska egenskaper är avsedda att undersökas i samarbete med Svenska träforskningsinstitutet.

Den lämnade översikten i kapitel 5 visar, att det insamlade undersökningsmaterialet är av mycket stor omfattning och har en god fördelning på viktiga ståndorts- och beståndstyper. Materialet förete dessutom stor variation i avseende på andra för produktionen betydelsefulla karaktärer.

Vid planeringen av den stora produktionsundersökningen förutsattes att vissa *specialundersökningar* skulle komma till stånd som fristående forskningsuppgifter. Dessa specialundersökningar, som ansågs nödvändiga för huvudbearbetningen, skulle utföras parallellt med insamlingen av observationsmaterialet till den stora produktionsundersökningen. Syftet med specialundersökningarna behandlas i kapitel 6.2. Flera av undersökningarna är nu slutförda och andra har påbörjats.

Med hänsyn till angelägenheten av att på förhållandevis kort tid få fördjupade kunskaper i de aktuella produktionsfrågorna (kapitel 3.3.) uppställdes *preliminärt* som riktpunkt att undersökningen skulle slutföras med avseende på produktionens huvudfrågor under en 15-årsperiod. Detta innebar en stark prioritering av den stora produktionsundersökningen inom ramen för dåvarande skogsavdelningens program

för produktionsforskning. Tidsschemat har emellertid av olika anledningar ej kunnat hållas (kapitel 6.1.). Fältarbetet avslutades först år 1965. Primärbearbetningen av observationsmaterialet är nu långt framskriden. Vidare har särskilda produktionstabeller för vårthjörk utarbetats och ett stort antal specialundersökningar utförts. Forskningsprogrammet för institutionen för skogsproduktion ger för perioden 1969-1974 högsta prioritet åt bearbetningen av materialet från den stora produktionsundersökningen.

Med ledning av de erfarenheter som vunnits vid den hittills bedrivna produktionsforskningen enligt de nya linjerna, bör den regressions-analytiska bearbetningen av den stora produktionsundersökningens mycket omfattande material av provytor med ingående beskrivning av ståndorten, beståndet och de enskilda träden kunna resultera i tillväxtfunktioner av stort värde för det praktiska skogsbruket och för den fortsatta produktionsforskningen. De bör kunna ge oss en *fördjupad inblick i skogens tillväxtbetingelser* och bidra till att klarlägga lagarna för dess utveckling vid olika behandling och därigenom öka våra begränsade kunskaper i dessa grundläggande frågor.

I kapitel 7 berörs några *praktiska tillämpningar* av tillväxtfunktionerna. Tillväxtfunktionernas huvuduppgift är att tillsammans med vissa hjälpfunktioner möjliggöra en framställning av *produktionstabeller* avseende både volym och värde för alternativa utgångslägen och behandlingar.

Andra viktiga tillämpningsområden är konstruktion av *gallringsmallar*, *avverkningsberäkningar* och *matematisk programmering* av optimal gallring och omloppstid enligt moderna metoder.

En betydelsefull användning av funktionerna är även att i studiesyfte tillämpa dem på viktiga aktuella typfall för beståndets gallring och avveckling. Detta kan tillgå så, att stämplingar utförs (markeras) i fält enligt olika alternativ (*simuleringar*), varefter de enskilda trädens förväntade tillväxt efter huggningen beräknas.

Det omfattande och detaljrika observationsmaterialet utgör vid sidan av huvudsyftet en *fyndgruva* för de mest skiftande undersökningar. Redan nu föreligger 31 tryckta avhandlingar, som i olika grad bygger på detta material. Dessa arbeten redovisas i Bil. 2, s. 123. Därmed är materialet ingalunda helt utnyttjat utan inbjuder till nya intressanta forskningsuppgifter, som i viss utsträckning torde kunna vara lämpliga som examensarbeten vid skogshögskolan.

ANFÖRD LITTERATUR

References

- CARBONNIER, CH., 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 44: 5.
- , 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. *Sv. skogsvårdsför. tidskr.* Även utg. som *Medd. Ser. uppsatser Statens skogsforskningsinst.*, Nr 53.
- , 1959. Gallringsförsök i naturbestånd av tall i Norrbottens län. *Sv. skogsvårdsför. tidskr.* Även utg. som *Medd. Ser. uppsatser Statens skogsforskningsinst.*, Nr 67.
- , 1967 a. Synpunkter på gallringsprogram i granbestånd. *Medd. Norske Skogsforsøksvesen*, 22.
- , 1967 b. Allmänna principer för bonitering. Definitioner och klassindelning. *Symposium ang. bonitering den 30. 11. 1967 vid skogshögskolan.* Stencil.
- , 1967 c. Sambandet mellan volymproduktion och höjdbonitet. *Symposium ang. bonitering den 30. 11. 1967 vid skogshögskolan.* Stencil.
- , 1968. *Skogshögskolans forskning. Pågående verksamhet 1969—1974. Institutionen för skogsproduktion.* Stencil.
- COURT, A.T., 1930. Measuring of joint causation. *J. Am. Stat. Assn.*
- EKLUND, B., 1949. Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningmaskiner. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 38: 5.
- , 1952. Fortsatta studier över ett gallringsförsök i stavagranskog. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 41: 10.
- , 1954. Årsringsbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran inom norra Sverige åren 1900—1944. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 44: 8.
- , 1956. Ett förbandsförsök i tallskog. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 46: 10.
- , 1957. Om granens årsringsvariationer inom mellersta Norrland och deras samband med klimatet. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 47: 1.
- EZEKIEL, M., 1924. A method of handling curvilinear correlation for any number of variables. *J. Am. Stat. Assn.*
- , 1930. *Methods of correlation analysis.* New York.
- FRIES, J., 1959. Några exempel på produktion i tallskog i södra Sverige. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 50: 3.
- , 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Stud. For. Suec.*, 64.
- , 1967. Boniteringskurvornas konstruktion och tillämpning. *Symposium ang. bonitering den 30. 11. 1967 vid skogshögskolan.* Stencil.
- JONSSON, B., 1961. Om barrblandskogens volymproduktion. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 50: 8.
- , 1969. Studier över den av väderleken orsakade variationen i årsringsbredderna hos tall och gran i Sverige. *Rapp. o. upps. Inst. skogsprod. Skogshögsk.*, Nr 16.
- LINDGREN, J.-E. & NÄSLUND, B., 1968. *Planering inom skogsbruket med användande av matematisk programmering.* Stockholm.
- LUNDMARK, J.-E., 1966. Olika ståndortsfaktorerers inverkan på skogsmarkens bonitet. *Sv. skogsvårdsförb. tidskr.*
- , 1967. Bestämningen av höjdboniteten med hjälp av ståndortsfaktorer. *Symposium ang. bonitering den 30. 11. 1967 vid skogshögskolan.* Stencil.
- LUNDQVIST, B., 1957. Om höjdtutvecklingen i kulturbestånd av tall och gran i Norrland. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 47: 2.
- MAAS, A., 1911. Erfarenhetstabeller för tallen. *Medd. Statens skogsförsöksanst.*, H. 8.
- MATERN, B., 1959. Några synpunkter på extrapolation av höjdtutvecklingskurvor. *Rapp. Kontoret för matematisk statistik.*, Statens skogsforskningsinst., Nr 2.
- MILLS, F. C., 1925. *Statistical Methods.* London.
- NILSSON, N.-E., 1961. Riksskogstaxeringens produktionsöversikter. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 50: 1.
- NYLINDER, P. & HÄGGLUND, E., 1954. Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran. *Medd. Statens skogsforskningsinst.*, 44: 11.
- NYSSÖNEN, A., 1955. Hakkuumäären arvioiminen kannoista (Estimation of the cut from stumps). *Commun. Inst. For. Fenniae*, 45: 5.

- NÄSLUND, M., 1934. Kuberingstabeller för tall. *Sv. skogsvårdsför. tidskr.*
- , 1935. Ett gallringsförsök i stavagranskog. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 28: 7.*
- , 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 29: 1.*
- , 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 32: 4.*
- , 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 33: 1.*
- , 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 36: 3.*
- , 1954. Vidgat samarbete inom den nordiska skogsforskningen. *Metsätäloudellinen Aikakauslehti.*
- , 1955. Skogsforskningens mål, medel och möjligheter. *Kungl. Lantbruksakad. Tidskr.* Även utg. som *Medd. Ser. uppsatser Statens skogsforskningsinst., Nr 37.*
- NÄSLUND, M. & HAGBERG, E., 1950. Skogsforskningsinstitutets större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige. Stockholm.
- , 1952. Skogsforskningsinstitutets större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Stockholm.
- PERSSON, O., 1959. En höjdtvecklingsmodell för björk konstruerad med hjälp av logistikan. *Rapp. Kontoret för matematisk statistik, Statens skogsforskningsinst., Nr 1.*
- PETRINI, S., 1928. Sektionskuberingens noggrannhet. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 24.*
- , 1959. De två äldsta svenska tallproveniensförsöken. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 50: 5.*
- PETTERSON, H., 1930. Bonität und Produktion. *Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten.* Stockholm.
- , 1932. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. *Sv. skogsvårdsför. tidskr.*
- , 1934. Några synpunkter på metodiken vid korrelationsanalys. *Sv. skogsvårdsför. tidskr.*
- , 1937. Utvecklingsprognoser för skogsbestånd. 1937 års nordiska skogskongress. *Exkursion II.* Stockholm.
- , 1947. Avverkningsberäkningar för övre och mellersta Norrland. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 36: 2.*
- , 1955. Barrskogens volymproduktion. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 45: 1 A.*
- , 1962. Barrskogens värdeproduktion. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 52: 1.*
- SYLVÉN, N., 1916. *De svenska skogsträden, en skogsbotanisk handbok. I. Barrträden.* Stockholm.
- TIRÉN, L., 1929. Über Grundflächenberechnung und ihre Genauigkeit. *Medd. Statens skogsförsöksanst., H. 25.*
- WIKSTEN, Å., 1960. Beskrivning och analys av några fasta gallringsförsök i mellersta Norrland. *Medd. Statens skogsforskningsinst., 49: 6.*
- , 1965. Ett förbandsförsök med planterad gran. *Rapp. o. upps. Inst. skogsprod. Skogshögskolan, Nr 7.*

Summary

New material for forest yield research

Pine, spruce and birch

1. Introduction

Field work was begun in 1941, at the then Swedish Institute of Experimental Forestry, on a new, comprehensive yield investigation with the working title "Den stora produktionsundersökningen". This Investigation was planned in detail by the present author, at the time senior assistant and acting head of the forestry division of the Institute, and remained under his direct supervision until 1 July 1944, when he became head of the reorganised and enlarged Forest Research Institute of Sweden. The Investigation has since been continued by his successors, Professors *Lars Tirén* (1944—1954) and *Charles Carbonnier* (1955—), with his close collaboration, until 1 July 1957, on his appointment as Governor of Norrbotten. The field work of the Investigation was completed in 1965.

During the long period of collection of the observational material (1941—1965), parts of it have been processed by various research workers, and the results published. However, no extensive account has been published of the motives and reasoning underlying the Investigation's planning and detailed configuration. The present paper aims to give such an account, and at the same time to review the very extensive and detailed material collected.

This account of the origin and nature of the Investigation refers to conditions in forestry research at the time of planning; hence later developments are mentioned only when they are immediately relevant.

2. General directives for the planning of the Investigation

2.1. *The need for new material*

Henrik Petterson, in his processing of the material from the Forest Research Institute's permanent thinning trials, indicated a new method for forest yield research, based on the construction of yield tables with the aid of increment functions obtained by regression-analytical treatment of increment data (see *Petterson*, 1932, 1955, 1962). The method has subsequently been developed further.

Modern methods of field experiment, developed in agricultural research by the application of a special branch of mathematical statistics, viz. the analysis of variance and covariance, may indeed be of great assistance in the study of particular yield problems; but they seem not to lead to the integrated knowledge required for practical silviculture, of the problem complex in the field of forest yield research.

The observational material available to *Petterson*, was, however, far too unbalanced — and since it was originally intended for a quite different method of processing — far too incomplete, to provide a satisfactory answer to the yield problems of importance to Swedish forestry. The task of processing was therefore primarily to provide a basic knowledge of the

field of work, and an adaptation of the principles of regression analysis for the problems of forest yield research; it was also to provide preliminary results to guide forestry practice until new material could be collected and processed.

Because of these shortcomings in the older material, in 1932 *Henrik Peterson* proposed a new yield investigation. However not until 1941 could a beginning be made on the collection of material for this investigation.

2.2. *Permanent trials and temporary sample plots*

Yield research is based on sample plots, which are either thinned and observed during a long period (permanent sample plots) or which are visited once only and investigated by means of increment boring and observations on felled sample trees. The advantages and disadvantages of these methods are discussed in what follows.

2.2.1. *Permanent sample plots*

Advantages. The task of yield research is to study stand development. It is therefore of great value to be able to follow as long a course of development as possible. Previous occurrences in the life of the stand may be of great importance for its present state, although they may no longer be evident. In this lies the main advantage of permanent sample plots.

Disadvantages. These are several. On permanent sample plots, where trees cannot be bored at any revision, one is dependent for estimates of increment on the difference method. Thus the basal area growth during a thinning cycle is obtained as the difference between the estimated basal area before thinning at a revision and after thinning, at the revision immediately before. Hence large demands are made on the precision of the estimate (cf. *Tirén*, 1929; *Näslund*, 1935, 1936).

The basal area may be estimated with considerable precision at the time of measurement. However, when increments laid down during different lengths of time are studied, sources of error are involved which may be of greater importance than the errors of measurement and processing. The length of the thinning cycle varies to some extent, for which reason the current annual increment is of interest. If this increment does not comprise a number of entire years, then errors arise in the calculated annual increment, to which must be added errors depending on the weather immediately before, and during, measurement, as well as periodical changes in basal area. At unfavourable times for measurement, it is apparent that the annual increment will in consequence be considerably in error (cf. *Näslund*, 1935, p. 695).

On plots which are to be retained, representative sample trees cannot be felled at the revisions. Questions concerning e.g. the trees' height growth, stem form and branching type cannot be satisfactorily determined.

Finally, the permanent trials require much time. Indeed, a fully completed trial requires an entire rotation. During such a long period, there is a risk that the silvicultural programme which the trial is intended to elucidate may become obsolete, so that the results, when they are finally available, are no

longer of interest. It should, however, be pointed out that the waiting time can be reduced by compromise solutions, but in consequence the value of the long course of development is then also diminished. This point will be taken up again later.

2.2.2. *Temporary sample plots*

Advantages. Diameter increment may be studied by means of increment borings, which permits more precise measurement and ensures that the desired annual rings are measured. Representative sample trees can be felled, and all characters of importance for the quality and value of the yield investigated. The time required for observation of temporary sample plots is thus always much less than that for permanent sample plots.

Disadvantages. The shortcomings of the method concern almost entirely the previous development. By observations on stumps, it is possible only to estimate approximately the immediately previous thinning. As a rule, no other information can be obtained about earlier treatment than that which can be read from the annual rings and leading shoot growth for decades back, and from notes about origin, times of felling and natural accidents, such as windthrow, insect damage, etc. Temporary sample plots should not be laid out in stands affected by such accidents, or in those in which the course of development is very obscure.

When *Henrik Petterson* first emphasised the necessity of providing new material for yield research, he suggested a modified form of temporary sample plots (*Petterson*, 1932). This implied that very many sample plots be laid out in the different stands available in practical forestry, distributed throughout the country. The plots should be described and thinned in various ways and left to grow for five or ten years, after which they should be revised and then abandoned. The diameter increment on such plots should be measured by boring, and representative sample trees should be felled and investigated from various aspects.

In this way the thinning yield might be very precisely estimated and there would be an opportunity of studying felling types of rather extreme nature, unusual in practical forestry. Such advantages, in comparison with those of temporary sample plots without a waiting time, being thus based on previous fellings and stump records in practical forestry, can only be obtained at the cost of a large time requirement — particularly if longer thinning intervals are studied — and greatly increased costs.

2.3. *Remarks on the choice of observation method*

We live in a time marked by great advances in both research and technical development. This is by no means least characteristic of forestry. When the new yield investigation was planned, it was possible to descry fresh advances in the natural sciences and in technical development, which could be expected to be greatly important for the future of silviculture.

Today, forest land is fertilised to a considerable extent, and at the establishment of new stands, attention is paid to the selection of tree species and the genetical origin and provenance of seed. The question of how silvi-

culture may be adapted to highly mechanised felling systems is furthermore of prime importance.

In the conditions obtaining at the beginning of the 1940s, when the yield investigation was planned, it was considered necessary to obtain, in a relatively short time, by an extensive use of temporary sample plots, a greater knowledge of the existing forests' development, volume and value production under different natural conditions and under the various forms of stand establishment and treatment occurring in practical forestry. It was considered necessary, in other words, to obtain a deeper insight into the dynamics of growth in our existing forests.

In this way the necessary adaptation of silviculture to changed conditions would be facilitated. It would also be possible to elucidate, more satisfactorily than previously, the advantage to be obtained from new silvicultural methods. At this stage it was considered to be a later task to lay out on a larger scale new, long-term thinning trials.

It is evident that what does not exist cannot be investigated. Thus for an investigation using temporary sample plots, it is necessary to make use of the stand types already existing, or those which will come into existence within a reasonable length of time.

There have been, at various times, changes of opinion concerning stand treatment and there have always been forest owners and individual foresters who have not followed the general tendencies in forestry, but who have gone their own way. This has resulted in an abundance in Swedish forests of material for observations concerning tree and stand development and of the yield from various forms of felling under different natural and historical conditions.

The Yield Investigation is in principle intended to use temporary sample plots without a waiting time. The main reason for this is the saving of time and the favourable experience obtained from the study, by this method, of the growth reaction after felling in old spruce stands in Norrland (see *Näslund, 1942*).

This decision implies no underestimation of the value of permanent thinning trials. It was a decision determined by shortness of time. It was intended to provide a reliable basis for guidance in the most important yield problems, and to await the results of the above-mentioned research and experiment — particularly as regards forest fertilisation — before new, long-term thinning trials were laid out to any extent.

Permanent thinning trials have been the most important source of information for Swedish yield research. Such experiments will be indispensable even in future, both for long-term checking of the results from the regression-analytical processing of the material from the temporary sample plots, and for preliminary trials of new silvicultural methods. When, in the latter case, results indicating that the method tested has a part to play in practical forestry are obtained, this should be a sufficient reason for continued experiment on a large scale, to permit regression-analytical treatment of the yield problem in question. Combined thinning and fertiliser trials have recently been laid out on a considerable scale (*Carbonnier, 1968*).

2.4. Individual trees or mean trees for the stand

On processing the material collected, the question arises as to whether the increment functions obtained should refer to the individual tree or to mean trees in the stand. This question must be considered when the collection of the material is planned for which reason the problem is discussed here.

For processing the results of thinning trials in pole-stage spruce stands (Näslund, 1935), and in investigating the growth reaction capacity after felling of old spruce stands (Näslund, 1942) the present author has used the increment of the individual tree as dependant variable in the regression analysis. The advantage of this is that a more detailed description of the growth of individual trees or diameter classes may be obtained, than is the case when the mean diameter of the stand is used. This presupposes, however, that the function contains variables, the value of which differs from tree to tree in the stand. Such tree variables are, for instance, expressions for diameter growth during a period before the felling in question, the tree's height and the height to the first live branch, the basal area on a circular plot of radius five metres around the individual sample tree, the height of the tree in relation to neighbouring trees on the circular plot (its station in the stand), etc. By testing several such variables, it is possible to increase the likelihood of obtaining a function for calculating the growth of the individual tree with satisfactory precision. At the same time, a deeper insight is obtained into the growth environment of the trees. Use of the individual tree as dependent variable also confers advantages in the employment of the function for various purposes (see p. 93—94).

For reasons stated above, and on the basis of experience obtained in the investigation of the old spruce stands, the collection of the material was planned so as to make possible the use of the increment of the individual tree as dependent variable in the regression-analytical processing. This does not imply that mean trees cannot be used as the dependent variable, if this should be advantageous for any purpose.

3. Collection of the material

3.1. Choice of stand

The investigation is planned to use a very large number of temporary sample plots, laid out both in untouched stands and in stands thinned according to forestry practice, all over Sweden. The investigation includes both pure stands of pine, spruce and birch and mixed stands of these species.

3.1.1. Untouched stands

In the field instructions the purpose of the investigation of untouched stands is stated as follows:

»This investigation is part of the main yield investigation which is intended to indicate the economically best stand treatment under different combinations of conditions. So as to judge how forest shall be tended,

it is necessary to find out how forest grows under different natural conditions and different treatments. For investigations of the type in question, knowledge of the state and production of stands untouched by thinning is indispensable.»

»The supply of untouched stands threatens to disappear as a result of the heavy fellings during the crisis. The investigation has therefore been limited, until further notice, to untouched stands, but will later be extended to cut-over stands».

The sample-plot stands have been subjectively chosen from amongst untouched stands put forward by practical foresters. As will readily be appreciated, a random selection of sample stands from the population of untouched stands has not been feasible. In the field instructions, the criteria to be applied in laying out the plots in the field are set out. This is illustrated by the following extract of the instructions:

“It is necessary to obtain a good distribution of the sample plots over different site types, stand types and stocking densities. Stands of markedly poor provenance should not be investigated. The sample plots should be laid out in pure stands of pine, spruce and birch and mixed stands of these species. A stand is considered pure if the mixture of other tree species does not reach a total of ten per cent of the basal area.”

3.1.2. *Thinned stands*

In 1949, the phase of the Yield Investigation concerned with untouched forest was completed. For the transition to thinned stands, it was laid down in the instructions that the following general criteria should apply to the choice of a stand suitable for investigation.

“The stand shall previously have been thinned (once or several times) or cleaned, but may not, however, have been cut over in such a way that regeneration has come up to any extent. The time of the latest felling must be known and may not be more recent than four years. The stumps from the two preceding fellings must be separable. As regards the stumps from the latest felling, these should not have undergone greater changes than that the stump diameter under the saw-cut can be measured precisely.”

“Within the framework of these general criteria it is desirable that a good distribution of the sample plots be obtained, with respect to different site types, stands of various ages, various species mixtures, stocking densities, thinning grades and types, etc.”

3.2. *Field instructions*

The material has been collected according to detailed instructions in a directive prepared for fieldwork, which is reproduced in the Swedish text in Appdx 1, p. 96. Here an attempt has been made to record, with the means and methods available, anything considered to be of importance for yield insofar as this might be done by objective measurement and description and at a reasonable cost.

The first instruction was prepared by the present author in consultation with research workers in the field of natural science, mainly *Carl Malm-*

ström, *Lars-Gunnar Romell* and *Olof Tamm*, and it was available at the beginning of the fieldwork in 1942. During 1941, the only work was that of reservation of areas for sample plots in untouched forest.

With the aid of experience gained during the fieldwork, the first instructions were clarified in some respects, and small additions were made by the present author (1942—44) and by *Bo Eklund* (1944—57). In 1958, there was some revision and expansion of the earlier instructions by *S. O. Andersson*, while Cap. IX was revised by *B. Ericson*. In the appendix this version of the instructions is given.

The choice of factors which are to be recorded directly or indirectly on the sample plots and sample trees is naturally influenced by the opinions then prevailing about the conditions and factors influencing forest yield, and this concerns especially the biological observations. Thus soil science in Sweden was at that time greatly concerned with the problems of the humus layer, and to some extent with the importance of the solid geology. As we now know, this is not sufficient for the elucidation of several groups of problems. The sample plots are, however, so marked that supplementary observations may be made, if necessary, for the purposes of particular investigations.

3.3. *Observations on the sample plots*

The observations made on the sample plots may be referred to the site, the stand or the individual tree. The observations are intended, either directly or after processing, to reflect properties of assumed importance to yield.

The observations, and how they are carried out, may be seen in the field instruction. In what follows, only a brief review of the observations is provided, to give some impression of the abundant material available which, in addition to the main aim, is the basis for a large number of special investigations.

3.3.1. *Site observations*

3.3.1.1. *Situation and topography.* The geographical situation is given by carefully marking the plots on the ordnance maps, from which information about e. g. latitude has been obtained. Furthermore, the altitude of the plots is obtained from barometer readings.

Slope is recorded in terms of angle and direction, and the topography of the surroundings is described in detail.

As regards exposure to wind, it is noted if the sample plot has a sheltered or an exposed situation. In the latter case, the degree of exposure is recorded and the exposure conditions described.

3.3.1.2. *Soil.* The soil is investigated in respect both of its organic and its mineral constituents. On every sample plot the humus layer is described at at least ten objectively selected points. On all sample plots at these points, the litter and humus layer are described. As regards the humus layer, the F- and H-layers are distinguished and their structure and boundary with the mineral soil described.

From objectively chosen sample plots a humus sample from every sample point is collected and sent for detailed analysis.

Five soil profile pits are dug on each sample plot, being allotted by proportion amongst the above sampling points. From every pit a mineral soil sample of 0.2 kg is collected, which is mixed with the samples from the other pits to form a general sample. This is sent in for analysis. The material in every such pit is also ocularly classified into soil type and textural type. In the pits the groundwater level and the occurrence of gleying and live roots is also recorded.

3.3.1.3. Ground vegetation and forest site type. The use of the forest type as a guide to site classification is considered in detail in the investigation of the old spruce stands (Näslund, 1942).

Instead of determining the forest site type in the field, a detailed description of the vegetation is prepared. Thus no binding decision is made in the field on forest site type classification, but rather is the freedom retained to decide subsequently, as required, on a suitable system for classifying the sample plots.

The ground vegetation of the sample plot is described on purely floristic grounds, using the *Hult-Sernander* cover scale. No complete species list is sought after, but the cover of only the more characteristic or dominant species is recorded. Changes in the vegetation with decreasing stand density are also noted.

The distribution of the species groups and indicator plants on the sample plot is assessed by means of circular plots having a radius of two metres around the sampling points for humus and mineral soil.

3.3.2. Stand and tree observations

Observations concerning the stand and individual trees are intended to record factors of importance to yield. Thus the stand's status and previous development in several respects is determined. Some observations refer to the stand as a whole, others to the individual trees.

3.3.2.1. The stand as a whole. An attempt is made to obtain an impression of the stand's origin and previous treatment, mainly by means of interviews with persons acquainted with these matters, but also by field observation. The provenance of planted stands is recorded. The biological stocking of the stand is assessed, the stand being considered fully stocked when the crowns of individual trees are just in contact. It is also recorded whether the stand is singlestoreyed, two-storeyed or many-storeyed, and what tree species make up the various storeys.

3.3.2.2. Stem and stump count. The trees on the sample plots are numbered and calipered at breast height; the diameter is recorded for each individual tree on the stand form. The occurrence of various types of damage is recorded at the time of calipering.

On sample plots in thinned stands, the stumps of which the year of felling is known are numbered, calipered under bark and recorded individually. Tree species is recorded in all cases for both trees and stumps. In the case of birch, *Betula verrucosa*, *B. pubescens* and other species are distinguished.

3.3.2.3. *Selection of sample trees.* Sample trees are selected for closer investigation from amongst the trees in the record.

For recorded trees with a breast-height diameter of less than 4.5 cm (small trees), not less than 20 sample trees are taken out by proportion; if there are fewer than 20 such trees, all are taken. From the other trees in the stand record, after discarding some with certain types of damage (K-trees), representative sample trees (R-trees) are selected. These are selected proportionally and a certain number taken for each species, the number being determined from a special table in the instruction (4.2). To ensure that a sufficient number of the largest trees is included, five to ten of the largest trees of every species are taken as sample trees (G-trees). An R-tree, which is simultaneously a G-tree, is denoted by RG. All R-, G- and RG-trees, unless they are in some way damaged, are selected for increment boring, denoted by b; thus Rb, Gb and RGb. The discarded trees are referred to the group K-trees, of which every third tree is bored and is denoted Kb. If the total number of K-trees is less than 20, all such trees are bored.

Five trees of each of the groups Rb, Gb and RGb are felled for more detailed investigation. During the period 1942—55, from the remaining Rb- and Gb-trees which had a breast-height diameter exceeding 10 cm, five trees were reserved for future wood studies. The reservation of trees was replaced from 1956 onwards by the taking of wood samples as increment cores at the time of sampling (see p. 87).

3.3.2.4. *Observations on standing sample trees.* On all R-, G- and RG-trees the tree height, height to first live branch and the height to bark point are recorded, as also the bark thickness at breast height. In addition, branch slope, tree class and for pine, tree type according to *Lindquist*, are estimated (see field instructions, Appdx 1). During the years 1942—59 *Sylvén's* spruce types were also recorded (*Sylvén*, 1916).

For bored trees, both diameter and bark thickness at stump height are recorded, as also the greatest and least crown radius and branch angles. Every third Kb-tree is subjected to the same examination as the R-, G- and RG-trees, with the exception of the recording of branch slope. If the number of Kb-trees is less than 20, all Kb-trees are investigated in respect of these characters.

Finally, for small trees selected as sample trees, the height and bark thickness at breast height are measured. In addition, age at breast height and stump height is determined for every second small tree.

An increment core is taken at breast height on every Rb-, Gb- and RGb-tree, the core direction being moved clockwise on each tree (N, E, S, W, N, etc.). If the number of annual rings at breast height is less than 50, the increment core must include the pith, and on older trees, an attempt must be made to come sufficiently close to the pith for its position to be easily reconstructed. All trees bored in an easterly direction were bored at stump height for age determination.

Those Kb-trees on which the same observations were made as for the Rb-, Gb- and RGb-trees, were also bored to the pith, while the increment cores from the other Kb-trees include only the 15 latest annual rings.

3.3.2.5. *Observations on felled sample trees.* The felled sample trees were calipered and the bark measured at various heights above ground. The measurement points are situated at the following percentages of tree height above ground: 1, 2, 4, 6, 10, 14, 18, 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95. The points in heavy type are bored, the same regulations as for the boring of standing sample trees being applied. The core at one per cent of tree height must, however, always contain pith.

Since 1956, an entire increment core, which must contain the pith, has been taken at 25, 50 and 75 per cent of tree height, for certain wood studies in the laboratory (cf. p. 88).

Height growth is recorded by measurement of the latest leading shoots. The 15 latest leading shoots are always measured individually. Thereafter, if the work was made easier, leading shoot measurement was assisted by annual ring measurement on half-metre sections.

On the felled sample trees, the length and thickness of all branches is also measured on some sections of the stem.

The increment cores are individually stored in special containers, on which the relevant information is recorded. Annual ring width is measured at the institution by special instruments (*Eklund*, 1949). Before measurement, the cores are soaked so as to regain their green length.

3.3.3. *Observations on the circular plots*

Around every Rb-, Gb- and RGb-tree is laid out a circular plot, of radius 5 m. All trees and stumps on these plots are recorded, those trees and stumps which lie within such a plot, but not on the sample plot, being numbered and recorded in the usual manner.

By means of these circular plots, it is possible to make allowances during processing for the individual sample tree's having stood in an open or a densely stocked part of the sample plot. The station of the tree in the stand, in relation to the neighbouring trees, can also be more precisely described. The existence of the circular plots is a prerequisite for the regression-analytical treatment of the individual tree's increment.

Thus the increment of the individual tree can be studied against the background of its own condition, its immediate environment (within a radius of 5 m) and its wider surroundings (the sample plot). This makes it possible to obtain a deeper insight into the conditions of growth in the forest in comparison with the study of the mean tree of the stand.

4. A short review of the observational material

The collected material comprises in all 2,075 sample plots, of which 983 are in untouched forest and 1,092 in thinned forest. The distribution of the sample plots between northern and southern Sweden, and by stand types, is shown in Tab. 1, p. 47. The location of the sample plots is shown in Fig. 1—8, p. 39—46.

The distribution of the sample plots by latitude and altitude is shown in Tab. 2—3. This has here been limited to northern Sweden.

The distribution of the sample plots by age and site quality classes is shown in Tab. 4—7. This is based on ocular assessments, made during field-work and intended to make possible the rough sorting of the sample plot material. The stand is in addition described in respect of age and Jonson site quality class (see field instructions, Appdx 1).

The number and distribution of the standing and felled sample trees by species, by untouched and thinned forest and between northern and southern Sweden, is shown in Tab. 8. The total number of standing sample trees of pine is ca 48,200, of spruce ca 47,000 and of birch ca 12,900. Standing sample trees, which are not affected by certain types of damage (see p. 34) are, amongst other things, bored at breast height. These "bored trees" are intended to serve as independent objects in the regression analysis of diameter increment. Thus there exists an extremely extensive material, which should make possible an intensive study of the dependence of diameter increment on the environment and on stand treatment.

The felled sample trees, objectively selected from the bored trees, were for pine in all ca 5,060, for spruce ca 4,280 and for birch ca 1,360. On these trees were measured, amongst other things, the latest 30 annual height increments; the diameter was calipered at 20 relative measurement points, and increment cores were taken at six points on the stem. The felled sample trees are independent objects for the investigation of volume, volume increment and stem form. On these sample trees the most time-consuming measurements were made.

So that yield research may provide the assistance to practical silviculture which is required, it must also be combined with investigations of wood quality. To this end, from the felled sample trees, wood samples were taken, the technical qualities of which are to be studied in cooperation with the Swedish Forest Products Research Laboratory. It is, for instance, of great importance to the cellulose industry to know how different sites and different silvicultural treatments affect the pulp yield per cubic metre of wood, as well as the quality of the paper.

On sample plots in untouched stands, wood samples (stem sections) were taken to the extent shown by Tab. 9. Here it was required that the top diameter of the stem section was not less than 10 cm, which explains the rather small number of samples from 50 and 75 per cent of tree height. The spruce material has been processed and is reported by *Nylander & Hägglund* (1954).

On sample plots in thinned stands, wood samples (increment cores) were collected for the same purpose from the same levels in felled sample trees.

The survey given above shows that the collected material is of very large compass and is well distributed between the important site and stand types. The material also exhibits wide variety in respect of other characters of importance to yield.

5. Directions for the execution of the Yield Investigation

During the planning of the Yield Investigation, which took place mainly in 1941, some guidelines were prepared for the investigation, in respect of the main yield problems. This was done in full awareness of the fact that future developments in forestry and forestry research might cause deviations from the original plan.

5.1. Preliminary time schedule and supplementary material

Because of the need for obtaining, in a rather short time, a greater knowledge concerning the immediate problems of yield, which are discussed in greater detail above (Cap. 3.3.), it was laid down initially that as regards the main questions, the investigation should be completed within 15 years. The total number of sample plots required was estimated at between two and three thousand.

This plan therefore involved the allocation of a high priority to the Yield Investigation within the compass of the yield research programme of the then forestry division. For various reasons, it has not been possible to keep to the time schedule. The fieldwork in untouched forest was completed in 1949, but in thinned forest only in 1965. The primary processing of the material is, however, now far advanced. Furthermore, special yield table for *Betula verrucosa* have been prepared (Fries, 1964). Mixed coniferous forest has been intensively studied (Jonson, 1961), and a large number of special investigations has been carried out.

The research programme for the Department of Forest Yield for the period 1969—74 allocates, however, the highest priority to the processing of the material from the Yield Investigation. This is expected to result in yield models, with the help of which yield tables can be constructed for different initial situations and treatments. The outturn of different assortments, and value production for the various options, will also be calculated.

When the Yield Investigation was planned to use temporary sample plots without a waiting time, it was foreseen that there might be difficulties in obtaining sufficient sample material. A case in point was that of thinned birch stands in northern Sweden. In Finland, however, birch has long occupied a prominent place in forestry, and birch stands have been thinned to a considerable extent. In planning the Yield Investigation, the possibility of supplementing the Swedish birch material with temporary sample plots laid out in practically thinned stands in Finland was taken into account. Through the kind cooperation of the Finnish Forest Research Institute, a preliminary undertaking was given that the results of estimates from the institute's birch sample plots might be used and that certain supplementary observations might be made. These have already been obtained (Fries, 1964).

During reconnaissance for sample plots for the Yield Investigation, it had to be borne in mind that in some areas it might be difficult to find enough stands which had been subjected to extreme thinning régimes. If

this were the case, the temporary sample plots would have to be reinforced by new sample plots given extreme thinning treatments, and observed for five to ten years, and then incorporated into the material. It is of course desirable that this should be done as soon as the need arises.

Field observation has shown that especially in southern Sweden is there a shortage of extremely thinned stands, for which reason such thinning treatments have been applied to a number of sample plots. In all, 30 pine plots and 21 spruce plots have been treated in this way. After some years, these plots will be revised and material made available to the yield investigation. So far, 20 of these plots have been revised five years after thinning (*Carbonnier*, 1968).

5.2. *Special investigations*

During the planning of the Yield Investigation, allowance was made for various special investigations which were to assume the status of independent research projects. These special investigations, which were considered essential to the main project, were to be carried out parallel with the collection of material for the Yield Investigation. Some of the observations made on the sample plots are for the purpose of these special investigations.

The special investigations have the following subjects:

1. The importance of climatic variations for yield.
2. Site quality problems.
3. New volume functions.
4. Preliminary investigations of the importance of races and forest types for yield.
5. The reliability of the reconstruction of the breast-height basal area of thinned trees.
6. The dependence of yield on the after-effects of previous thinnings.
7. The risk of natural calamities and the occurrence of rot and technical defects.

In this summary brief comments only will be made on investigations Nos. 2, 5 and 6.

5.2.1. *The problem of site quality classes*

Allowance was made when the Yield Investigation was planned for site quality assessment to be based on the dominant height of the stand. In connection with the regression-analytical treatment of the material, the influence of various site factors on yield was simultaneously to be studied.

The site quality classification was thus based on the top height of the stand at age 100 years. This definition was introduced into Swedish yield research in 1929 (*Petterson*, 1930).

5.2.2. *Reliability in reconstructing the breast-height basal area of thinnings*

The breast-height basal area of thinnings is intended to be estimated with the aid of the stump diameter of felled trees from the stump inventory,

and records of stump and breast-height diameter for the standing sample trees.

The reliability of this estimate may be studied on the permanent sample plots and on some accurately recorded stands on the experimental areas. The object of the study is both to shed light on the difficulty of referring stumps to the correct felling and tree species, and to estimate the errors that arise during conversion of diameter at stump height to breast-height basal area.

It was intended that such an investigation should be made before beginning the collection of material in thinned stands. Experience from the investigation of old spruce stands and from the stump inventory of the forest survey seemed, however, to suggest that where a normal thinning interval is concerned, it is satisfactory to estimate the last felling with the aid of the stumps. This has been confirmed by the investigation carried out by *Fries* for this purpose (*Fries*, 1964; cf. also *Nyyssönen*, 1955).

5.2.3. *The dependence of production on after-effects of previous thinnings*

The Yield Investigation was intended to make use of temporary sample plots, the advantages and disadvantages of which are discussed above (p. 80). It has been stated that the disadvantages refer almost exclusively to the previous development. By observations on the stumps it is possible to obtain only an estimate of the immediately previous thinning. As a rule, no other information can be obtained about earlier treatments than that which can be read from the annual rings and leading shoot growth for decades back, and from notes about stand origin, time of various fellings, etc.

It is, however, established that a felling can affect increment for a considerable time. This question has been studied by e.g. *Henrik Petterson* (*Petterson*, 1937). The after-effect of previous thinnings, which is here at issue, might be considered as an effect of a delayed thinning, which not infrequently makes itself felt for about ten years or more (cf. e. g. *Näslund*, 1942).

In the regression-analytical treatment of the material from the Yield Investigation, the frequently occurring cases of delayed thinning should be taken into account. Where the processing of permanent sample plot material is concerned, this may be done by including variables expressing the actual thinning removals before the last thinning. On temporary sample plots, it is necessary first to study the annual ring development at breast-height, after correction for the effects of climate and age, before the latest thinning. For instance, the ratio between the first and second ten-year periods before the latest thinning may be used. Other expressions for the reaction after earlier fellings may also be considered. A classification of the sample-plot material into groups in which the thinning in question is a first thinning, a second thinning or a third thinning, may also elucidate the effect of previous fellings.

It was intended that a preliminary investigation should be made into this question, using material from certain stands in the experimental forest at Siljansfors, where the year of felling is marked on the stumps. Further-

more, some older permanent sample plots, which were to be abandoned, could be used for the purpose. On this material, both expressions for the actual thinning removal and annual ring development before the latest thinning could be tested, and compared as variables for the thinning reaction after earlier fellings.

6. Remarks on increment functions and their practical application

Increment functions for the tree species investigated (pine, spruce and birch) are the basic results of the Yield Investigation. The origin, and some main points of practical application of the functions, are briefly discussed here.

6.1. Increment functions

It was assumed that the derivation of the increment function would mainly be according to the general principles applied in the investigation of the old spruce stands (Näslund, 1942), in which the individual tree was regarded as an independent object, and "index variables" were used as expressions for factors which could not directly be measured, e. g. forest type.

The processing of the material is intended to elucidate the connection between the growth of the individual tree and important site stand and tree characteristics, in the form of increment functions obtained by regression analysis. The functions are predictive and give a forecast of the growth of the individual tree during a period, when certain conditions at the beginning of the period are known. The growth per hectare may then in principle be obtained by summing the calculated growth of the individual trees. With the aid of such functions for the components of volume increment, various programmes for stand treatment — within the limits of the material — may be tested in respect of the volume, quality and value of the yield, by the construction of yield tables. Thus here the diameter increment functions are based on the larger material of bored standing sample trees, while the increment functions for height and form are based on the smaller material of felled sample trees.

Underlying the choice of independent variables is a biologically-based working hypothesis for the causal relationships of increment. The factors which primarily affect growth are, however, difficult to determine. Hence for the purposes of regression analysis, it is necessary to make use of more accessible, measurable factors which influence growth without primarily determining it. These growth indicators are introduced in mathematical form as variables in the regression functions. The percentage standard errors of the regression coefficients give the order in which the independent variables are of importance for determining the dependent variable, in this case the increment. The variable, the coefficient of which has the least percentage mean error, is of greatest importance in the function. If this is omitted, the scatter about the function is considerably increased.

The hypothesis is retained as long as it is verified by the tests of the functions. If these contradict the hypothesis, a new or modified hypothesis must be adopted, which is tested by means of a new combination of variables. If a favourable result is obtained, the next step is to extend the hypothesis in detail. These attempts may be regarded as questions put to the material, which provides an answer. The analysis is continued in this way until the scatter of the function is reduced to the required degree. This function is then accepted as an approximative expression for the situation. The working hypotheses used as a basis for deriving the function have thus served their purpose. The facts reflected by the functions constitute the results of the regression analysis. Success in the often highly difficult task of selecting variables and reproducing interactions depends largely on the judgement and knowledge of the researcher. A large and comprehensive material facilitates the work; it is then often possible, by means of simple pilot trials, to obtain an overall impression of the form of the relationship and the nature of the interactions. In this respect, the material of the Yield Investigation satisfies large demands.

Before discussing the usefulness of the functions for providing guidance in yield problems, it is intended to touch upon some questions of principle as regards their reliability. The scatter of the function or its standard deviation, holds good only under the conditions represented by the material. The function is most reliable in the central parts of the material. With borderline cases, discretion is necessary, and beyond the limits of the material the function can provide little information of value.

For reasons which are easily understandable, a random choice of sample plots has not been feasible. The results are therefore not immediately applicable outside the range of the material, which strictly speaking is representative only of itself. The usefulness of the derived functions should therefore also be tested on material which is not part of the Yield Investigation. For this purpose, the previously mentioned, accurately recorded stands on the experimental areas, as also some completed permanent thinning trials, should be of great value.

The regression-analytical treatment of the comprehensive material of the Yield Investigation, with its detailed description of site, stand and the individual trees should, with the help of experience obtained from the yield research so far carried out in accordance with the new methods, result in increment functions of great value both to practical forestry and to continued research. These should provide a deeper insight into the growth conditions of the forest and facilitate the elucidation of laws for its development under different treatments, and thereby increase our limited knowledge of these basic questions. Various direct applications of the increment functions will now be discussed.

6.2. Applications

The main task of the increment functions, together with certain auxiliary functions, is to make possible the construction of yield tables for both volume and value, under various initial conditions and treatments.

The yield tables drawn up by *Henrik Petterson* are based on an increment function for the mean diameter of the stand (*Petterson*, 1954). The planning of the Yield Investigation has made possible the derivation of increment functions for the individual tree, the reason for which is given above. *Fries'* processing of the birch sample plots in the Yield Investigation, for preparation of yield tables, is based also on functions for individual trees (*Fries*, 1964).

The adoption of increment functions for the individual tree appears to make possible the refinement of the methods used for preparing yield tables, to give both greater precision and an adaptation to the stem distributions occurring in nature, hence less reliance on schematic methods than has been the case with the employment of certain general distribution functions (*Petterson*, 1954). If increment refers to the individual tree, the stem distribution is obtained as a direct result of the investigation. It is then a matter of constructing yield tables based on type trees extracted by sampling from natural stem distributions. It is, however, the task of current research on the material of the Yield Investigation, to study further and to develop the techniques for constructing yield tables. For assessing the reliability of the yield tables, the permanent sample plots are of great value. They provide a good estimate of the total yield from individual plots during an experimental period which now extends to many decades.

An immediate and important field of application of the increment functions is in the construction of thinning schedules. These are to be regarded as a necessary means of guiding stand treatment towards the desired goal.

An important use of the functions is their employment in field studies of major type cases of stand thinning and felling. This may be done by marking stands according to various options (*simulations*), after which the remaining individual trees' increment after felling is calculated. This approach has been used in the investigation of the old spruce forest, for the study of the effect of the type and intensity of felling on the volume yield (*Näslund*, 1942, Cap. XIV), but may also be applied to value production.

Another, more direct application of the increment functions, is to *estimates of potential cut*, of the type made by *Henrik Petterson* in Upper and Middle Norrland on the basis of the information provided by the Forest Survey about the growing stock (*Petterson*, 1947).

Simplified increment functions, from which the less important variables are omitted, may fulfil a valuable purpose in the *mathematical programming* of optimal thinning cycles and rotations by modern methods (cf. *Lindgren, J-E. & Näslund, B.* 1968).

The comprehensive and detailed observational material provides, in addition to the main object, a valuable source of material for the most diverse investigations. Already 31 papers have been published, which are to some extent based on this material. These works are listed in Appdx 2, p. 123. The material is thus by no means fully utilised, but invites still further study.

Bilagor

Appendices

**Bilaga 1. Instruktion för stora produktionsundersökningen.
Fältarbetet**

Appendix 1. Field instructions for the Yield Investigation.

Innehållsförteckning

Instruktion

Kap. I	Undersökningens ändamål jämte val av bestånd.....	97
» II	Utläggning och utmärkning av provvyterna.....	98
» III	Beskrivning av ståndorten och beståndet	98
	Förna, humustäcke och markvegetation.....	98
	Provytans belägenhet, m. m.....	101
	Jordmånstyp, jordmånsvarietet och jordart.....	102
	Grundvattennivå.....	102
	Förekomst av rötter.....	103
	Anteckningar om beståndet.....	103
	Allmän vegetationsbeskrivning.....	105
» IV	Stamräkning jämte registrering av tekniska fel, skador och sjukdomar	106
	Numrering.....	106
	Klavning.....	106
	Registrering av tekniska fel, skador och sjukdomar.....	107
» V	Stubbräkning.....	109
» VI	Stående provträd.....	110
	Uttagning av stående provträd.....	110
	Borrning av stående provträd.....	112
	Observationer på stående provträd.....	113
	Cirkelytor kring de borrade stående provträden.....	117
» VII	K-träd.....	117
	Uttagning av Kb-träd.....	117
	Borrning av Kb-träd.....	118
	Observationer på Kb-träd.....	118
» VIII	Observationer på småträd.....	118
» IX	Fällda provträd.....	118
	Uttagning av fällda provträd.....	118
	Mätning av längd, krongräns, barkpunktens höjd, m. m.....	119
	Sektionering och borrning	119
	Toppskottsmätning.....	120
	Grenmätning.....	121

Bilagor

Bil.	1 Höjdbarometerns användning
	2 Nomenklatur vid beskrivning av förna och humuslager
	3 Jordmånstyper och jordmånsvarieteter
	4 Jordartsschema
	5 Användning av Tiréns höjdmätningssinstrument
	6 Användning av Blume-Leiss' höjdmätningssinstrument
	7 Trädklasser
	8 Lindquist talltyper
	9 Björkarter
	10 Administrativa föreskrifter
	11 Förfarande vid olycksfall

Anm. Bilagorna och i texten återopade blanketter är ej återgivna.

KAP. I. Undersökningens ändamål jämte val av bestånd

Huvudsyftet med denna undersökning är att lämna anvisning om den vid olika kombinationer av förutsättningar ekonomiskt mest ändamålsenliga beståndsbehandlingen. För att kunna fastställa hur skogsbestånden lämpligen bör behandlas är det nödvändigt att få en ingående kännedom om hur skogen växer under olika naturliga betingelser och vid olika behandling. Som en första etapp i denna undersökning har produktionsundersökningar redan utförts i av gallring orörda bestånd.

Vid val av för undersökningen lämpade bestånd skall följande *allmänna* förutsättningar gälla:

Undersökningen skall omfatta såväl rena bestånd av tall, gran och björk som blandade bestånd av dessa trädslag. Andra trädslag än de nyss nämnda får ingå i provytans bestånd med sammanlagt högst 10 procent av grundytan vid brösthöjd. Beståndet skall tidigare ha varit föremål för gallring (en eller flera gånger) eller röjning, men får dock ej vara hugget så, att återväxt uppkommit i någon större omfattning. Tidpunkten för det senaste huggningsingreppet måste vara känd och får ej ligga närmare i tiden än 4 år. Stubbarna från de två senaste huggningarna skall kunna åtskiljas. Beträffande stubbarna från sista avverkningsingen får de ej ha undergått större förändringar än att stubbdiametrarna under sågskäret noggrant kan uppmätas.

För att öka vår kunskap om utgångsläget vid det första, till tidpunkten mera normala gallringsingreppet i ungskogsbestånden, är det önskvärt, att även såväl självsådda som skogsodlade yngre bestånd, som befinner sig på gränsen till första gallringen blir representerade i undersökningsmaterialet. Om röjning utförts, bör tidpunkten för denna vara känd.

Bestånd, där avverkningsingen huvudsakligen inriktats på torra, skadade och sjuka träd och således haft karaktär av rensningshuggning, bör ej undersökas. Ej heller utlägges provytor i bestånd, där någon av de två sista huggningarna verkställt på grund av inträffade kalamiteter, t. ex. vindfällning, snöbrott eller insektsvärjning. Vid val av provytebestånd får avseende ej fästas vid att tillväxtreaktionen efter gjorda huggningar varit stark eller svag. Bestånd där överståndare finnes eller nyligen avverkat bör undvikas.

Inom ramen för dessa allmänna förutsättningar är det angeläget att en god fördelning av provytorna eftersträvas med avseende på olika ståndorter, bestånd av olika ålder, varierande trädslagsblandning, slutenhetsgrader, gallringsstyrkor och gallringsformer, etc.

Undersökning skall *ej* ske i bestånd av utpräglad *dålig proveniens*, i bestånd med för ståndorten *olämpligt trädslag* eller i bestånd, där marken övergått av *skogseld under beståndets livstid*. Ej heller böra kvistade eller *av dikning påverkade* bestånd undersökas. Däremot är det av ett visst intresse att bestånd, som uppkommit på tidigare avdikad mark, blir representerade i undersökningsmaterialet.

Bestånd, som man enligt uppgift eller genom iakttagelser kan konstatera har varit *utsatta för insektsangrepp*, undersökes inte. Tallbestånd, som röjts efter den 1 juli och där virket kvarlämnats, har med största sannolikhet angripits av mörghorre och göres därför ej till föremål för undersökning.

Före utläggningen av en provyta kontaktas markägaren (på bolags- och kronoskogar förvaltaren) och tillstånd inhämtas för undersökningen, inkl. fällning av provträd. Han bör härvid underrättas om att denna fällning kan orsaka luckor i beståndet och att en omfattande borring kommer att utföras. Slutligen bör påpekas, att ägaren, så snart undersökningen gjorts, fritt kan disponera över provytan, t. ex. för gallring. Om ägaren så önskar utbetalas ersättning för det fällda virket och skadegörelse genom borring.

Provytans storlek bör i första hand avpassas efter beståndets stamrikedom (bortsett från underväxt). Arealen bör uppgå till mellan 5 och 20 ar, varvid den lägre siffran närmast är avsedd för typen röjningsbestånd, där antalet träd eller stubbar är stort.

KAP. II. Utläggning och utmärkning av provytorna

Provytorna skall utläggas inom en enhetlig del av beståndet med avseende på bonitet, vegetationstyp, slutenhet, trädslag, verkställda huggningar, m.m. Markerade luckor bör undvikas liksom överståndare. Provytan bör utläggas så, att den blir omgiven av en kapp av provytebeståndet med en bredd ungefär lika med beståndets halva medelhöjd.

Provytan bör till sin form helst vara kvadratisk eller kort rektangulär. Långt utdragna spetsar liksom även inskränningar, varigenom ytan erhåller en oregelbunden form, bör om möjligt undvikas. Ytan utsättes med tillhjälp av vinkelprisma eller korstavla från en uppstakad baslinje, som då lämpligen bör sammanfalla med en av ytans yttergränser. Provytans alla sidor liksom även för arealbestämningen eventuellt erforderliga diagonaler stakas, mätas och kontrollmätas noggrant. Mätning sker horisontellt och bör på starkt lutande mark göras i etapper. Måtten anges i hela decimeter med avrundning till närmaste streck.

Å bl. 361 nedre delen ritas en skiss över provytans form, varvid längden av sidorna och eventuella diagonaler anges. På skissen inritas även norrstreck avseende norr enligt kompassen. Provytans hörn markeras medelst pålar av ca 10 cm grovlek och 1 m höjd över markytan. På två av pålarna, som stå närmast stig eller väg, inristas med märkjärn provytans nummer (arabiska siffror enligt en varje förrätningsman tilldelad nummerserie). Dessutom målas med vit (tall och gran) eller röd (björk) oljefärg provytans nummer, omgivet av en rektangulär ram i samma färg, å ett därför lämpligt träd mot väg, farbar med bil. Ligger provytan mer än 100 m från sådan väg, målas en nummerskylt även framme vid ytan. Vägen fram till ytan skall markeras med lodräta oljefärgsstreck (längd omkr. 2 dm, bredd omkr. 0,3 dm) och -pilar på t.ex. träd och större stenar, så att tveksamhet angående vägen aldrig behöver uppstå. Oljefärgspilarna bör därvid reserveras för att utmärka vägen till provytan i korsningen av stigar, vid kolbottnar o. s. v.

Provytans ungefärliga belägenhet på generalstabskartan markeras med en fylld cirkel av 2 mm:s diameter jämte ytnumret i grön tusch. Över ytans läge i förhållande till *en viss punkt* på generalstabskartan ritas dessutom en skiss å bl. 361, övre delen. För den händelse provytan är belägen i närheten av landsväg med luftburen telefonlinje, bör numret angivas på den telefonstolpe, som står närmast väg eller stig fram till provytan. Vägen fram till densamma skall därvid givetvis på vanligt sätt markeras med oljefärgsstreck och -pilar.

Då redan befintliga provytor, som utlagts av t.ex. skogsvårdsstyrelse eller bolag, uppskattas, måste noga kontrolleras, att arealbestämningen är rätt utförd. Dessa redan befintliga provytor åsättes löpande nummer enligt föreliggande nummerserie, vilket nummer emellertid ej utsättes vid provytan utan endast reserveras för beteckning av provytan i de blanketter, borrhårnshylsor m.m., som kommer till användning vid undersökningen. Provytans löpande nummer markeras därvid i bl. 360 på därför avsedd plats efter »Provyta nr». På raden nedanför antecknas den myndighet eller det företag, genom vilkens försorg provytan tidigare uppskattats. T. ex. Provyta nr 1 5 8 1 = Skogsvårdsstyrelsens i Jämlands län provyta nr 67.

KAP. III. Beskrivning av ståndorten och beståndet

Förna, humustäcke och markvegetation

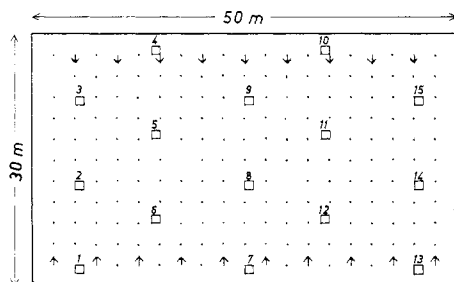
Utsättning av provpunkterna. När inmätning och utmärkning av provytan verkställes, fortsätter man lämpligen mätarbetet med att göra utsättning av provpunkterna för beskrivning av förna, humustäcke och markvegetation. Dessa provpunkter utsättes objektivt i ett rutförband över provytan. Härvid väljes förbandet så, att antalet prov efter kassering av sådana provpunkter, som bedömes falla för nära träd, på eller invid stubbar, lågor och stenar etc. uppgår till *minst* 10 st.

Följande exempel belyser tillvägagångssättet vid utläggning av provpunkterna. Det representeras av skissen å nästa sida, där även linjenätet för en senare beskriven taxering av arealen kronfri projektion är inritat.

En provyta är av rektangulär form med största sidorna vardera 50 meter och minsta 30 meter. För att erhålla minst 10 godtagbara provpunkter anses det nödvändigt att utlagga 15 punkter. För att objektivt utplacera dessa i ett regelbundet rutförband kan man gå tillväga på följande sätt: Proven förlägges längs 5 linjer

SKISS
ÖVER
PROVYTAN

O-prov: 4 = träd
7 = sten
10 = stubbe
15 = "



Flyttade prov: 3, 12
Profiler: 2, 5, 8, 11, 13
Antal humusprov: 11 st.
Ant.

□ = provpunkter för beskrivning av humustäcke
• = taxeringspunkter för kronprojektion

Provytans areal: 15,0 ar

vinkelräta mot provytans långsidor. Linjerna placeras därvid på ett inbördes avstånd av 10 meter, varvid första (och sista) linjen förlägges på halva det nämnda avståndet från ena kortsidan. De 5 linjerna upptar följaktligen en sammanlagd längd av $5 \times 30 = 150$ meter. Avståndet mellan provpunkterna kommer följaktligen att i linjernas riktning utgöra $150 : 15 = 10$ meter. Härvid placeras den första provpunkten på en fjärdedel av detta avstånd, 2,5 meter, längs den första linjen och från ena långsidan räknat, varefter punkterna i fortsättningen utlägges på var 10:de meter d. v. s. på 12,5; 22,5; 32,5... 142,5 meter. Punkten 32,5 kommer följaktligen att falla på den andra linjen 2,5 meter från den motsatta långsidan i förhållande till den, vid vilken mätningen tog sin början. Provpunkt får ej läggas närmare ytans sidor än 2 m.

Linjernas skärningspunkter med provytans långsidor markeras med sticketiketter eller pinnar om ca 40 cm:s längd, vilka till halva sin längd nedslås i marken. Sticketiketterna utsättes i nummerordning från provytans ena hörn. Om pinnar användes, täljes de plana i övre delen och numreras. Provpunkternas läge markeras ävenledes med i marken nedslagna nummerstämplade sticketiketter eller pinnar, på vilka provpunktens nummer antecknas. Provpunkterna numreras i löpande följd och deras belägenhet utmärkes på skissen över provytan å bl. 361.

Beskrivning av förna och humustäcke (Bl. nr 362). I varje provpunkt upptages med tillhjälp av därför avsedda redskap (plywoodplatta av storleken 25×25 centimeter och humuskniv) ett prov på förnan och humustäcket av storleken 25×25 centimeter. Alla prov uttages bakom och till höger om provpunkten räknat i linjens riktning.

Prov, som därvid till mer än halva sin yta visar sig falla i ett träd, på en stubbe, stig, låga eller ytlig sten utan mera normal humusbetäckning, kasseras (s. k. O-prov). Prov, som till endast någon del men mindre än halva ytan utfaller på dylikt sätt, flyttas efter linjen så, att det helt faller utanför hindret. Förflyttning får dock ej ske längre än som erfordras härför. Prov, som till halva sin areal bedömes utfalla på nämnt sätt, flyttas, om provets löpande nummer är udda och kasseras, om numret är jämnt.

På bl. 361 antecknas å därför avsedd plats dels O-provens nummer och orsaken till kassationen (t. ex. O-prov: 4 = träd, 7 = sten, 10 = stubbe) samt vilka prov, som flyttats (t. ex. Flyttade prov: 3, 15). Likaledes anges antalet humusprov (t. ex. Antal humusprov: 12 st.).

De upptagna proven beskrives å bl. 362 med användande av den i bil. 2 angivna nomenklaturen. Samtliga godkända prov beskrives, även om antalet överstiger 10.

De uttagna humusproven från en viss kvot av provytorna skall insändas till skogsforskningsinstitutet för närmare analys. Sålunda insändes humusprov från varannan yta på i materialet mindre allmänt förekommande ståndorter eller i vissa nedan angivna beståndstyper. Ovanstående gäller

bestånd i ren björk

kulturbestånd

bestånd på över 400 m höjd över havet

starkt exponerade bestånd

bestånd på marker, som efter traktens förhållanden kan anses som mycket goda eller mycket svaga

bestånd på fuktiga och våta vegetationstyper samt på ren lavtyp.

Vid uttagning av provytor för nämnda humusprov tillämpas gemensam kvoträkning för ytor i ovan angivna beståndstyper. Beträffande övriga provytor insändes humusprov endast från var fjärde yta.

Då humusprov endast uttas för beskrivning i fält, behöver provens dimensioner ej vara exakta, vilket emellertid är fallet då de uttas för efterföljande analys. Före utskärning av prov som skall insändas avklippes risen i jämnhöjd med botten-skiktet med Bahco-tång. Levande rötter, som når en grovlek av 1 cm, avlägsnas, då provet upplyftes. Däremot medtages alla döda rötter, som kan avskäras med kniv eller Bahco-tång.

Sedan humusprovet upptagits, nedlägges det i en papperspåse, på vilken provytans nummer antecknas. I påsen nedlägges även den lösa humus, som kvarligger på den blottade mineraljorden, sedan provet upptagits. Flera prov får läggas i samma påse, och påsen bör klistras igen med tejp el. dyl. Samtliga påsar med prov från en och samma provyta nedlägges i en kartong. Överst i denna lägges en etikett av trä (t. ex. en bit av sticketikett) med provytans nummer.

Kartongen med humusprov sändes sedermera *per fraktgods*, varvid frakten betalas av avsändaren, under adress: Statens skogsforskningsinstitut, Stockholm 51, Stockholm Norra station. Provytans nummer skall därvid finnas angivet på adresslappens baksida. Fuktiga humusprov bör torkas före sändningen.

Beskrivning av markvegetation på cirkelytorna. På cirkelytor med 2 meters radie kring godkända provpunkter göres också observationer över markvegetationen. Avsikten härmed är närmast att få en uppfattning om artgruppernas och ledväxternas fördelning på provytan. Vid vegetationsbeskrivningen skall täckningsgraden angivas okulärt enligt *Hult—Sernanders* schema:

Beteckning	Täckningsgrad
e = enstaka	< 1/16
t = tunnsådd	1/16—1/8
s = strödd	1/8 — 1/4
r = riklig	1/4 — 1/2
y = ymnig	1/2 — 1

Vegetation på stubbe, låga, sten eller dylikt medräknas inte. Avsaknad av botten-skikt på någon eller några delar av en cirkelyta markeras genom att efter termen »saknas» notera täckningsgraden av den beträffande bottenskiktet vegetationslösa delen. Denna del behandlas följaktligen ur täckningssynpunkt som en artgrupp. När vegetationsbeskrivning sedan utföres på hela provytan, tillämpas ett analogt förfarande vid beskrivning av såväl bottenskikt som fältskikt. Det bör även påpekas, att den sammanlagda täckningsgraden för de arter, som tillhör en och samma artgrupp, numeriskt sett skall vara densamma som för artgruppen i fråga. Den sammanlagda täckningsgraden av gruppen »saknas» samt av de egentliga artgrupperna skall ha ett värde av 1 (full täckning eller »ymnigt»). En sammanlagd täckningsgrad större än 1 kan förekomma t. ex. i fältskiktet, när vissa arter delvis täcker varandra. Det innebär alltså ett mycket tätt skikt.

Det dominerande riset samt förekommande *ledväxter* antecknas på därför avsedda rader. Härvid användes codenummer, som finns angivna å bl. 360 a. Där framgår också, vilka mossor som skall hänföras till gruppen friskmossor respektive sumpmossor. Även om riset är svagt utvecklat eller förekommer i enstaka exemplar bör det anges som »dominerande», då inget annat ris finns.

Provytans belägenhet, m. m.

Vilka uppgifter, som skall ifyllas för de underrubriker, som ingår under nämnda huvudrubrik, framgår av bl. 360.

Breddgrad ifylles med ledning av generalstabskartan (t. ex. 62°23').

Höjd över havet anges på 5 meter när enligt barometerbestämning (se bil. 1).

Omgivningens topografi skall avse den omgivande traktens topografi. Om terrängen är kuperad, antecknas detta enligt någon av följande grader: svagt, starkt och mycket starkt kuperad. Därjämte anges traktens topografiska natur t. ex. höjdpåta, bergslutning, lid, dalgång etc. Då det är fråga om bergslutning, lid, ässlutning, o. s. v., bör dessutom angivas, inom vilken del av slutningen (övre, nedre etc.) provytan är belägen. För en trakt med mycket oregelbunden, men ej särskilt starkt utbildad terrängskulptur bör topografien beskrivas med termen »småkuperad».

Vindexposition. Härvid anmärkes om provytan har ett skyddat eller ett mer eller mindre vindexponerat läge. I det senare fallet användes styrkegraderna: svag, stark, mycket stark, varjämte anges, mot vilket väderstreck provytan är exponerad. Vindexposition anses föreligga, ifall hänsyn till expositionsförhållandena måste tagas vid beståndsbehandlingen. Förorsakas expositionen av närhet till havet, större sjöyta, öppen slättbygd eller närhet till skogsgränsen i fjällen, antecknas detta särskilt. Expositionsriktningen anges i förhållande till de fyra väderstrecken och kombinationer av dessa enligt beteckningar på bl. 360.

Marklutningen skall avse lutningsförhållandena inom provytan. Lutningen mätes lämpligen med Blume-Leiss' höjdmätare, som är försedd med en skala för sådana ändamål. Syftning måste givetvis göras i ögonhöjd. Lutningen får även bedömas okulärt. Följande lutningsgrader användas:

1. Plan mark,	lutning intill	5°	
2. Svag lutning,	»	6—10°	Vidstående gradtal avser
3. Medelstark lutning,	»	11—20°	360-gradersskalan.
4. Stark lutning,	»	21—30°	
5. Brant lutning,	»	31°—	

Lutningsriktningen anges i förhållande till väderstrecket eller väderstrecks kombinationen enligt bl. 360. Om lutningen inom provytan skulle avvika från den omgivande terrängens, göres anteckning härom på den punkterade linjen under »Marklutning».

Beståndets uppkomstsätt. Det för beståndet aktuella uppkomstsättet markeras genom understrykning av å bl. 360 upptagna olika alternativa uppkomstsätt. Om ytterligare uppgifter finns, lämnas en kompletterande beskrivning på de punkterade raderna efter »plantering»: (t. ex. sådd med tallfrö 1896. Spettplantering med 2/0 tall 1926 i 1,5 m förband). Om beståndet uppkommit efter skogsbrand eller byggesbränning, anges detta. Uppgifter om kulturers anläggningsår och förband bör om möjligt kontrolleras (genom räkning av åldern samt mätning av förband). Verkställd kontroll antecknas på blanketten, t. ex.: »Uppgifterna kontrollerade i fält», eller »Anläggningsåret verifierat genom borring. Planteringsförbandet torde ha varit 1,7 i st. f. angivna 1,5 m».

Uppgifter angående tidigare utförda åtgärder i beståndet. Under denna rubrik redogöres för de åtgärder, som tidigare utförts i beståndet. Det bör särskilt framhållas, att tidpunkten för det senaste huggningsingreppet skall antecknas inom denna del av blanketten. Det är önskvärt, att även årstiden för den gjorda avverkningen anges, t. ex. vårvintern, sommaren eller hösten. Om möjligt anges i detta sammanhang även huggningsingreppets karaktär (och styrka). Om gallring(-ar) utförts längre tillbaka i tiden, göres anteckning härom, även om tidpunkten för ingreppet(-n) ej exakt kan anges. Dessutom bör här antecknas på vad sätt de ifrågavarande uppgifterna erhållits (t. ex. enligt anteckning å 1947 års skogskarta).

Beträffande uppgifter på skogskartor kan påpekas, att de inskrivna åren ofta anger när stämpling skett. Avverkning har då vanligen inte gjorts förrän nästa eller därpå följande år. Det förekommer också, att avverkningen utförts i etapper, t. ex. så att timret huggits på vintern och massaveden på sommaren. Sådana bestånd undersökes endast då det är ont om bra material.

Kontroll av tidpunkt för utförda huggningar. Muntligen erhållna uppgifter från markägare måste kontrolleras, vilket lämpligen göres genom förfrågning hos huggare eller körare, som deltagit i drivningen. En grovkontroll av tidsuppgifterna för gjorda ingrepp bör utföras genom årsringsräkning på stubbar och stående träd. Sådana kontroller göres helst mellan träd och stubbar, som vid huggningen hade samma ungefärliga grovlek, emedan de grövsta träden ofta är något äldre än de övriga. Medeltalet av skillnaderna mellan stubbarnas och provträdens årsringsantal bör ungefärligen motsvara det antal år som förflutit sedan ifrågakavande huggning. Vid svårigheter att få kontroll av avverkningsåret uttages om möjligt från 5—7 stubbar borrhärlor eller liknande vedprov för mätning.

Kontroll bör om möjligt även göras genom datering av stamskador, som kan antas härröra från den aktuella avverkningsen. Härvid bör 5—7 stamskador undersökas. Om årsringarna är svåra att räkna, kan vedprover uttagas för mätning. Kontroll kan i vissa fall också ske med hjälp av toppskottslängden på toppar från de vid avverkningsen fällda träden. För detta ändamål mätes om möjligt de tio sista toppskotten på 5—7 toppar från den aktuella avverkningsen. De vid dessa mätningar erhållna resultatet skrives på ett särskilt protokoll, som bifogas handlingarna för provytan.

Jordmånstyp, jordmånsvarietet och jordart

För beskrivning av rubricerade markkaraktärer upptages på varje provyta *fem profilgropar*. Dessa utväljes genom kvoträkning bland godtagna provpunkter för beskrivning av humustäcket. Påträffas sten eller block av den storleken att vid profilgropens upptagande grävningen i hög grad försvåras, upptages en ny grop i nästa provpunkt. Måste härvid även denna kasseras, tages ej någon ny ersättningsgrop. Kvoträkningen rubbas dock ej.

Den lägst liggande gropen på provytan (vid jämnt lutande mark alltså den grop, som ligger längst ned i slutningen) gräves till ett djup av minst 1 meter. Övriga gropar gräves till ett djup av omkring 3/4 meter, dock alltid så djupt, att den för ögat oförändrade jordarten kan studeras.

För varje profilgrop redovisas på bl. 360 a *jordmånstyp* och *jordmånsvarietet* enligt bil. 3. Den för provpunkten aktuella jordmånstypen och jordmånsvarietet markeras genom angivande av profilens nummer (t. ex. järnpodsol 3, 5, 9; järnhumuspodsol 4, 7). Blekjordens och rostjordens genomsnittliga tjocklek uppmätes efter varje profilgrops sidos, varefter medeltalet av respektive mätningar antecknas i tabellen nedtill å bl. 360 a. I denna redovisas även den i profilgropen konstaterade jordarten i enlighet med jordartsschemat enligt bil. 4. För de sorterade jordarterna anges därvid, om mineraljordens kornstorlek i profilens väggar tilltager eller avtager mot djupet. Förekommer tydligt skilda lager av olika kornfraktioner, antecknas tjockleken av dessa i ordning uppifrån och nedåt, t. ex. 15 cm sand, därunder 20 cm mo och 30 cm lera. Av den oförändrade jordarten tages i varje grop ett jordprov på omkring 2 hg, varvid stenar frånges. För varje provyta samlas jordproven, vilkas sammanlagda vikt följaktligen uppgår till omkring 1 kg, i en särskild tygpåse. Skulle en enstaka grop skilja sig *starkt* från de övriga beträffande jordarten, t. ex. innehålla lera medan övriga innehålla sand, tages två skilda jordprov, vardera om ca 1 kg. Provytans nummer anges på en etikett av trä, vilken fästes vid jordprovspåsen. Förekommer två jordprov från samma yta, anges även numren på de profiler, från vilka proven hämtats.

Om jordprovet är mycket fuktigt, stjälpes det vid hemkomsten på ett papper för torkning. Påsarna insändes i lämpliga poster till skogsforskningsinstitutet. (Vid postbefordran är adressen Marklaboratoriet, Statens skogsforskningsinstitut, *Stockholm 51*.)

Grundvattennivå

I groparna göres om möjligt observationer över djupet till grundvattennivån och till fast berg. Om man vid grävningen nått grundvattennivån, bildas så småningom i gropen en vattensamling. Djupet till denna nivå mätes minst ett dygn efter gropens upptagande. Mätning göres från humustäckets övre kant. Skulle under denna tid ytlig tillrinning ha skett, t. ex. efter regn, länsas gropen eller upptages en ny sådan. Ett nytt försök att bestämma grundvattennivån göres då nästa dag. Om djupet till grundvattennivån och till fast berg kan konstateras, anges dessa mått

i cm på bl. 360 a. Som framgår av denna blankett antecknas även profilgropens nummer och djup. Om grundvatten eller fast berg icke påträffas i groparna, och topografien ger anledning att tro att så icke sker vid motsvarande grävning inom någon annan del av ytan, skall anges på därför avsedda rader: Grundvatten (fast berg) djupare än 100 cm (om detta är djupet av den lägst liggande gropen). I detta fall utsätts streck i kolumnerna för djup till grundvatten och fast berg.

På blanketten antecknas också, om nederbörden under de närmaste 2 veckorna varit hög, normal eller låg för ortens förhållanden, vilket alltså lagledaren om möjligt skall bilda sig en uppfattning om (genom förfrågningar eller egna iakttagelser). Det aktuella alternativet markeras genom understrykning på bl. 360 a. Andra förhållanden eller iakttagelser av intresse för grundvattennivån noteras efter rubriken »Anteckningar».

I profilerna undersökes vidare, om gleyartade fläckar eller strimmor (rostfärgade bildningar i en f.ö. mera gråfärgad jordart) uppträder i underlaget. Förekomsten av eventuella gleyfläckar (ingen, sparsam, riklig) anges på bl. 360 a. Därjämte antecknas djupet mätt från humustäckets överkant, till övre och undre gränsen av de zoner, där dessa förekommer (t. ex. sparsam 30—45, riklig 45—70). Om gleyfläckar förekommer ända ned till botten av gropen, antecknas som undre gräns gropens djup åtföljt av ett + (t. ex. 45—70 +). Måtten avrundas till närmaste 5 cm.

Förekomst av rötter

I profilgroparna göres dessutom observationer över förekomsten av levande rötter. Rotförekomsten studeras i olika markskikt, angivna på bl. 360 a. I den oomvandlade mineraljorden observeras rotförekomsten dels ner till 50 cm djup dels under 50 cm djup. Djupet räknas från humustäckets övre kant. Rotförekomsten registreras med 0, då rötter saknas, med × då rötter förekomma sparsamt och med ×× vid riklig förekomst av rötter. Till ledning för bedömningen kan gränsen mellan sparsam och riklig förekomst ungefärligen sättas så, att den sistnämnda bör motsvara mer än två rötter per kvadratdecimeter. Både grova och fina rötter räknas. Så snart anrikningsskiktets nedre gräns ligger djupare än 50 cm från humuslagrets övre kant utsättes ett streck i kolumnen »oomv. mineraljord, 0—50 cm». I detta fall måste summan av humuslagret (bl. 362) + blekjord + rost- eller brunjord uppgå till minst 50 cm.

Anteckningar om beståndet, bl. 360

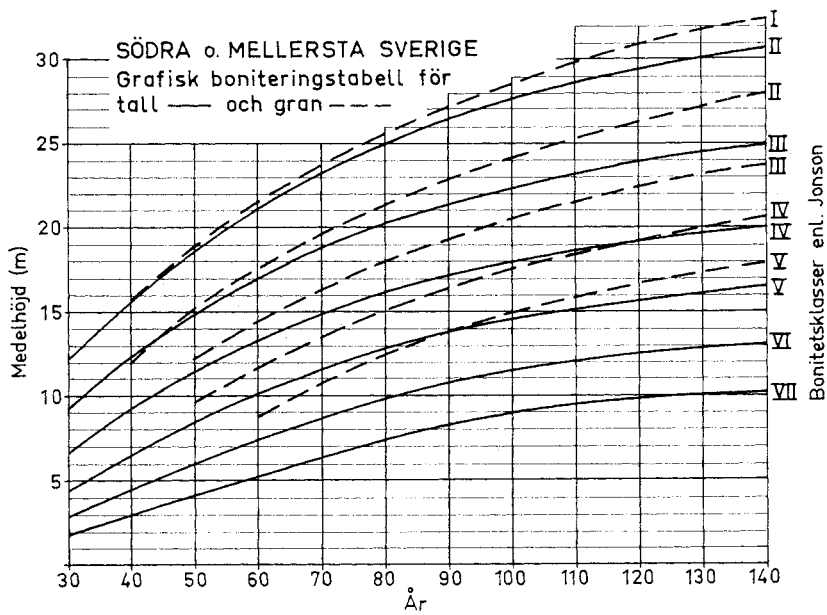
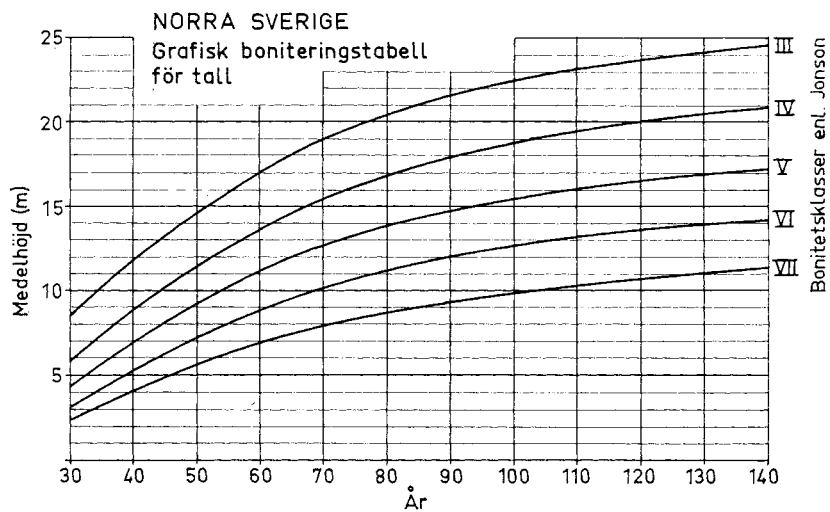
Dessa avser endast att ge en orienterande karakteristik av beståndet med stöd av i huvudsak *okulära* observationer för att möjliggöra viss grovsortering av provyttematerialet. Beståndet beskrives därvid med hänsyn till ålder, övre höjd, bonitet enligt Jonson, trädslagsblandning, slutenhet, kronfri projektion och skiktning.

Beträffande *ålder* redovisas ett bestånd som likåldrigt, då endast obetydliga åldersvariationer framträder vid räkning av årsringarna på borrhärdar eller å stubbar. Då mera påtagliga åldersskillnader visar sig föreligga, redovisas arealens ungefärliga fördelning på 20-åriga åldersklasser (t. ex. 21—40 40 %, 101—120 60 %). Vid mera framträdande trädslagsvis olikåldrighet antecknas åldern för varje trädslag (t. ex. gr = 20, bj = 80).

Övre höjd avser närmast medelhöjden av de grövsta härskande träden som ett uttryck för provytans höjdbonitet. För blandbestånd anges övre höjden endast för huvudträdslaget, d. v. s. det trädslag, på vars skötsel och produktion beståndsbehandlingen främst varit inriktad under de 5 å 10 åren närmast före provytans uppskattning; är trädslagen jämbördiga anges ålder och övre höjd för båda. För *olikåldriga* bestånd antecknas förutom övre höjden inom parentes dessutom medelåldern på de träd, på vilka höjdbestämningen baserar sig.

Bonitet enl. Jonson anges med romerska siffror i enlighet med Jonsons boniteringsschema efter ålder och beståndsmedelhöjd, varvid I avser bästa och VIII sämsta bonitetsklassen. Boniteringskurvor för tall och gran finnas å följande sida. Vid onormal årsringsutveckling, t. ex. efter överskärning i ungdomen, användes en hushållsålder för boniteringen.

Trädslagsblandning anges i tiondelar av grundytan vid brösthöjd (t. ex. tl = 0,7; gr = 0,2; vb = 0,1) och skall avse den inom provytan fallande delen av beståndet.



Slutenhet. Denna beståndskaraktär skall i detta sammanhang beskrivas ur biologisk synpunkt. Härvid anses ett bestånd fullslutet, när de enskilda trädens kronor griper in i varandra eller är i kontakt med varandra. Beståndet hänföres genom understrykning till endera av följande fem slutenhetsgrader: mycket glest, glest, fullslutet, överslutet och starkt överslutet. Ifall beståndet t. ex. är delvis fullslutet, delvis överslutet, markeras detta genom att respektive slutenhetsgrader understrykes och förenas med ett bindestreck. Den slutenhetsgrad, till vilken beståndet i första hand bör hänföras, markeras därvid genom understrykning med två streck.

Kronfri projektion uppskattas genom taxering med särskilt lodrör och avser den procent av provytans totala areal, som är fri från kronprojektioner. Taxeringen göres efter de linjer, som utmärkts för provpunkterna, och efter linjer mellan och utanför dessa (se förslag å samma skiss som över provpunkterna). Avståndet mellan taxeringspunkterna beräknas så, att dessa uppgår till omkring 200. Linjenätet får dock varieras med hänsyn till provytans form.

Taxeringen utföres av lagledaren eller förmannen, och resultatet registreras lämpligen av en särskild prickare. Avståndet mellan taxeringspunkterna uttages ungefärligt genom stegning under förrättningens gång. Vid taxeringen skall tillses, att röret hänger i lod och att ingen sidoflyttning göres i förhållande till uppställningspunkten. Resultatet av observationen ropas t. ex. antingen som »krona» eller som »himmel», varvid i första fallet hårkorsets centrum skall vara täckt av barr, löv eller grenar. Fallar mätpunkten i ett träd, registreras observationen som krona. Då mätpunkten faller inom en kronkontur, registreras observationen som »krona», även om hårkorset på grund av glesheter eller hål i kronan inte blir täckt. Utskjutande grenar eller vikar i kronkonturen registreras däremot som »krona» respektive »himmel». Någon utjämning av kronkonturen göres alltså inte.

Vid denna observation av kronfri projektion bortses från underväxt och buskar. I tydligt tvåskiktade beståndsformer göres taxering av varje skikt för sig, samt dessutom av beståndet som helhet. Den utföres dock helst som en förrättning.

Resultatet antecknas på därför avsedda rader å bl. 360. Där noteras antalet observationer, prickade som kronfri projektion (»himmel»), över totala antalet observationer i form av en kvot, samt dessutom den uträknade procentsiffran, t. ex. 48:206 = 23 %.

För tvåskiktade bestånd anges alltså resultatet som tre skilda kvoter.

Skiktning. I detta fall anges, om beståndet är att betrakta som enskiktat, tvåskiktat eller flerskiktat. Redovisning bör härvid ske i beskrivande form, såsom t. ex. enskiktad tall, flerskiktad gran, björk med tät granunderväxt etc.

Allmän vegetationsbeskrivning

Beskrivning av markvegetationen på provytan i dess helhet skall göras enligt rent floristiska grunder. Det är som regel fördelaktigt att först upprätta denna beskrivning, sedan markvegetationen på cirkelytorna med 2 meters radie beskrivits enligt bl. 362, enär man härvid erhåller en viss stomme för beskrivning av förhållandena på hela provytan.

Botten- och fältskikten karakteriseras var för sig genom anteckning av täckningsgraden för å bl. 360 a upptagna artgrupper och arter. Täckningen avser alltid provytans areal och sålunda för en enskild art (t. ex. renlav) ej motsvarande artgrupps d. v. s. »lavar» areal. Vegetationstypen beskrives ytterligare genom angivandet av täckningen för vissa å blanketten upptagna *ledväxter*. Vid behov kompletteras artförteckningen med uppgifter om andra å blanketten ej angivna växter, som anses karakteristiska för vegetationen på provytan. Beträffande artgruppen »örter och ormbunkar» bör särskilt framhållas, att örnbräken (*Eupteris aquilina*) ej skall räknas till ledväxterna inom denna grupp.

Om någon art visar en anmärkningsvärt *frodig* eller *svag* utveckling, antecknas +, respektive – efter täckningsgraden. Om samtliga arter eller artgrupper i ett skikt eller bland ledväxterna har samma täckningsgrad (t. ex. e), markeras den dominerande arten eller artgruppen genom understrykning av täckningsgraden (t. ex. e).

Om en ledväxt endast förekommer på en isolerad mindre fläck av ytan, markeras detta genom att täckningsgraden omgives med en ring.

För *luckiga bestånd* beskrives även vegetationens förändring vid tilltagande gleshet under rubriken »Vegetationens förändring vid tilltagande gleshet hos beståndet» å bl. 360 a. Kan några observationer i detta avseende ej göras, t. ex. på grund av att någon nämnvärd variation i slutenhet ej föreligger på provytan, antecknas detta på blanketten.

KAP. IV. Stamräkning jämte registrering av tekniska fel, skador och sjukdomar

Numrering

Innan klavning verkställs på provytan, numreras alla träd av tall, gran, björk, al, asp, bok, ek, ask och alm, som bedömes ha uppnått brösthöjd vid tiden för senaste gallringen i beståndet. Härvid medtages även liggande (ej avverkade) och lutande träd under förutsättning att trädet ifråga bedömes ha varit rotstående och levande vid nämnda tidpunkt. Av ovan ej nämnda trädslag (säl, rönn, utländska trädslag, m. fl.) numreras endast träd med en brösthöjdsdiameter av 4,5 cm och däröver. Rot- och stubbskott av alla förekommande trädslag numreras endast om de uppnått nämnda grovlek. Vidare erinras om att alla träd skall ha nått brösthöjd vid sista gallringen, vilket man för de sistnämnda lätt misstager sig på. Vid numreringen utmärkas träden med nummerlappar, som fästes med häftapparat eller häftstift på så sätt, att lappens *övre kant* kommer att fixeras vid brösthöjd. Brösthöjd skall i princip innebära en höjd av 1,3 m över mark. I vissa fall kan en avsevärd nivåskillnad förefinnas mellan markytan och trädets gröningspunkt, d. v. s. den punkt där fröet har grott. Detta gäller t. ex. träd, uppkomna på tuvor och stubbar, samt träd på avdikade torvmarker, där torvlaget sjunkit. I sådana fall markeras brösthöjd 1,3 m över gröningspunkten, vilkens läge i regel kan fastställas med ledning av rotbenen. I övriga fall, då alltså inga större skillnader finns i nämnda avseende, markeras brösthöjd 1,3 m över mark. För fastställande av brösthöjd skall en käpp av denna längd begagnas. På sluttande mark nedsättes 1,3-meterskäppen vid den sida av trädet, som motsvarar markens medelnivå.

Visar sig brösthöjd falla i ett kvistvarv eller på abnorm ojämnhet å stammen, flyttas nummerlappen och därmed klavningsstället uppåt eller nedåt till ställe, där klavning kan ske på mera normalt utvecklad stam. Måste en sådan förflyttning göras längre än 5 cm, markeras detta på nummerlappen med ett tydligt kors. Vid inklavningen av sådant träd göres å bl. 363, kol. 6 beteckningen mb (= missbildad brösthöjdsdiameter), varigenom trädet blir uteslutet som provträd.

Beträffande numrering av klykstammar, se nästa sida.

Nummerlapparna anbringas lämpligen på trädets södra sida, för att man skall undgå att göra observationerna på de stående provträden i motljus. Sluttar däremot terrängen, anbringas numren i stället på den sida av träden, som vetter upp mot sluttningen. För att man vid såväl numrering som klavning skall ha den del av provytan framför sig, som redan är behandlad, bör numreringen taga sin början utmed ytans norra eller eventuellt dess nedre sida. Numreringen utföres därvid i 4 å 5 m breda bälten.

Beträffande träd, som står i provytans yttergränser, skall följande regel gälla: Träd anses tillhöra provytan, om de vid *stubbhöjd* till mer än halva diametern faller inom densamma. Träd, vilkas stubbdiameter halveras av gränslinjen, räknas tillhöra provytan, om trädet vid numreringen erhåller ett udda nummer, men uteslutes om numret skulle blivit jämnt.

Klavning

Efter numreringen klavas samtliga numrerade träd med millimetergraderad klave. Vid klavningen tages alltid två diametermått, det första med klavens linjal liggande an mot barken omedelbart ovanför nummerlappen vid brösthöjd och det andra måttet vinkelrätt mot föregående klavningsriktning. De aktuella riktningarna antecknas som väderstreck t. ex. Ö-V, N-S i därför avsedda rutor i kol. 2 och 3 å bl. 363. Klaven skall alltid ansättas i rät vinkel mot stammens längdaxel och med en lätt och från träd till träd om möjligt konstant tryckning på klavens rörliga skänkel. Under klavningen skall klavens linjal ligga an mot barken och diametern avläses på linjalens skala, medan klaven fortfarande hålles fixerad i nämnda läge. Innan klaven ansättes, avlägsnas eventuellt förekommande, helt lösa barkflagor,

lavar eller dylikt från de ställen, där klavens skänklar kommer att beröra stammen. För torra träd utan bark anges en bedömd diameter på bark.

Klavmåtten ropas med *avrundning till närmaste hel millimeter* och registreras i bl. 363, kol. 2—3 i höjd med det ifrågavarande trädets nummer. Medeltalskolumnen lämnas tom. Samtidigt med registrering av de båda klavmåtten antecknas trädslaget i enlighet med beteckningen »Trädslag» å ifrågavarande blankett. För att underlätta uttagandet av provträd antecknas lämpligen tall (tl) längst till vänster och gran (gr) längst till höger i kol. 5, medan övriga trädslag registreras mitt i kolumnen. Beträffande björkarterna betecknas vårtbjörk med vb, glasbjörk med gb och övrig björk med ö-b. För bestämning av björkarten hänvisas till bil. 9.

Förekommer endast ett trädslag på provytan, kan detta utskrivas på tvären i trädslagskolumnen. Detta gäller också blanketten för stående provträd. När mer än ett trädslag förekommer, utskrives detta för varje trädnummer. Efter avslutad klavning genomgås stamräkningslängden. Om stora skillnader då konstateras mellan de två registrerade diametrarna för ett träd, göres kontrollklavning.

Registrering av tekniska fel, skador och sjukdomar

I samband med klavningen klassificeras träden med hänsyn till förekommande tekniska fel, skador och sjukdomar i enlighet med beteckningsschemat å bl. 363. Beträffande definitioner på underväxt (u) och överståndare (ö) hänvisas till bil. 7.

Till å bl. 363 upptagna sifferbeteckningar för tekniska fel, skador och sjukdomar m. m. lämnas följande kommentarer:

Beteckning:

1 (11—12) *Torr.* Vid registrering av torra träd understrykes beteckningen (11 eller 12), om trädet bedömes ha torkat för mer än 5 år sedan. Stammen är då i regel barkfallen samt veden i ytan och i djupare sprickor gråaktig. Därutöver behöver endast dödsorsaken anges, såvida den kan bestämmas.

2 (21—22) *Torkande.* Ett träd anses *torkande*, om det förväntas dö inom 5 år. Med hänsyn till sjukdomens omfattning markeras följande styrkegrader för:

3 (31—33) *Peridermium eller kräfta*

(31—33) = skadan knappt märkbar,

31—33 = » omfattar intill stammens halva omkrets,

31—33 = » » stammens halva omkrets eller mera.

4 (41—43) *Klyka eller spröt (s)*

Med *klyka* avses, att huvudstammen är uppdelad på två eller flera delstammar, av vilka den näst grövsta delstammens diameter ej understiger 3/4 av den grövsta stammens på sådant avstånd ovanför förgreningspunkten, att delstammarna uppvisar mera normal diameterutveckling. För att rubriceras som klyka får delstammarna ej avvika mer än 60° från huvudstammens längdriktning nedanför förgreningspunkten.

Om klykan är belägen under brösthöjd, åsättes båda (samtliga) delstammarna trädnummer, även om delstammens diameter inte utgör 3/4 av den störres men dess brh.-diam. är minst 4,5 cm. Delstam, som har bildats av spröt nedanför 1,3 m. numreras om dess brh.-diam. är minst 4,5 cm. Vid klavningen betraktas varje delstam som ett träd. Förekomst av klyka skall emellertid markeras genom att trädnumren

förenas med en klammer (t. ex. $\left\{ \begin{smallmatrix} 624 \\ 625 \end{smallmatrix} \right\}$) och beteckningen 41 resp. 41 s (se nedan) utsättes i kol. 6 bl. 363. Om förgreningsstället är beläget så nära brösthöjd att onormala diametermått skulle erhållas, flyttas nummerlappen till ställe, där stammen är mera normalt utvecklad, varvid även beteckningen mb utsättes i kol. 6, om flyttningen överstiger 5 cm. Om en delstam är avverkad och dess stubbdiameter är minst 4,5 cm, åsättes kvarvarande delstam beteckningen 41.

4 (41—43) Förekomst av *sprötkvist* anges med beteckningen för klyka (41, 42 eller 43) åtföljd av bokstaven s(=spröt). Härvid erinras om, att sprötkvist som regel utgår i mycket spetsig vinkel i förhållande till huvudstammens längdaxel och vanligen har en synnerligen karakteristisk »bogsprötsliknande» form.

6 (61—62) *Långkrök* användes ej för träd med en höjd understigande 5 m. I anslutning till denna beteckning bör framhållas att en trädstam betecknas som *rak*, om avvikelser från stammens längdaxel är mindre än 1 centimeter per meter.

Med hänsyn till omfattningen av *tekniska fel*, *skador* eller *sjukdomar* tillämpas följande styrkegrader för:

7 (71—73) *Småkrokighet*
 (71—73) = anmärkningsvärd småkrokighet,
 71—73 = utpräglad »
 71—73 = starkt utpräglad

9 (91—93) *Stamskada*
 (91—93) = skadan omfattar intill 1/8 av omkretsen
 91—93 = » » 1/8 intill 1/4 av omkretsen
 91—93 = » » 1/4 av omkretsen eller mera.

Då stamskadans utsträckning i stammens längdriktning uppgår till minst 1/2 m tillägges efter sifferbeteckningen för stamskada en siffra som anger skadans bedömda utsträckning i meter. Sålunda betecknar 91—92—4 en till stammens såväl rot- som mittsektion orienterad skada med en omfattning i horisontal led av 1/8—1/4 av omkretsen och med en utsträckning i stammens längdriktning mellan 3,5 och 4,49 m.

Ifall flera stamskador förekommer, upprepas beteckningen ifråga. För skador, som bedömes ha uppstått för mer än 5 år sedan, tillägges ett + tecken efter skadebeteckningen.

För kvistade träd utskrives ordet »kvistad». Kan kvistningen anses vara av sådan art, som normalt förekommer i samband med avverkingar, sättes ordet »kvistad» inom parentes.

I anslutning till de med *bokstavskombinationer* å bl. 363 angivna beteckningarna skall följande iakttagas:

Insektsskada

(i) (i) = kronskadegörelse
 i i = annan skadegörelse

mb mb = *abnorm brh.diam.*

Sistnämnda beteckning skall användas, då brösthöjd faller på en onormalt ansvälld eller deformerad del av stammen eller sammanfaller med ett för klavningen hindrande kvistvarv, så att flyttning av klavningsstället måste ske minst 5 cm för erhållande av normala diametermått.

li li = *liggande träd*

Beteckningen åsättes träd, som till följd av t.ex. vindfällning, påfällning eller dylik påverkan blivit liggande.

lu lu = *lutande träd*

Beteckningen användes för träd, som på grund av rotryckning, påfällning eller liknande intaga en mer eller mindre starkt lutande ställning.

Konstateras ett liggande eller lutande träd vara torrt, användes någon av de båda ovanstående bokstavsbeteckningarna i förening med beteckningen 12 (»Torr, ej självgallring»). Är trädet torkande, tillämpas någon av ifrågavarande beteckningar i kombination med 22 (»Torkande, ej självgallring»).

Konstateras i samband med klavningen *synlig röta* eller *fruktkroppar* av rötsvampar markeras detta med beteckningen rö+.

(tp), tp *Torrtopp*

och tp (tp) = torrtoppen omfattar en längd av intill 2 dm,
 tp = » » » » 2 intill 5 dm,
 tp = » » » » 5 dm och däröver.

— Vid uppskattning av skadans omfattning samt vid höjdmätning skall eventuellt avbruten del inkluderas i den torra toppen.

KAP. V. Stubbräkning

Registrering skall göras av stubbarna från de avverkningar, för vilka tidpunkten är känd och från vilka stubbarna är möjliga att åtskilja. Registrering av stubbar göres dock endast från de årgångar, där samtliga stubbar är i så gott skick, att inkavning kan ske med någorlunda stor noggrannhet. Vid numreringen åsättes stubbarna nummer, varvid början göres med det första lediga numret efter stamräkningen av de stående träden. Härvid numreras stubbar av alla träd, som bedömas ha nått brösthöjd vid avverkningen.

I bestånd, som vid röjningen haft en medelhöjd understigande 4 m, anses det gjorda ingreppet närmast motsvara en plantröjning. I sådana skall stubbuppskattning inte göras.

I senare röjda bestånd skall stubbarna inklavas. På de provytor, där antalet småstubbar är stort och där en fullständig numrering, inklavning och cirkelytregistrering av stubbarna blir mycket arbetskrävande, får ett enklare uppskattningsförfarande tillämpas beträffande stubbar klenare än 5 cm. Förutsättningen är dock att dessa småstubbar endast utgör en liten del (mindre än 20 %) av den totala stubbgrundytan och att de är någorlunda väl fördelade över provytan. Om så är fallet, göres en taxering av de småstubbar under 5 cm, för vilka tillhörande träd bedömes ha nått brösthöjd vid röjningen. Stubbarna inklavas härvid på mötande kant (under bark) på 6 cirkelytor med 3 m radie, utlagda i regelbundet ruttförband. Prickning sker direkt i 1/2-cm klasser på baksidan av stubbräkningsblanketten. Uppdelning skall om möjligt ske på tall, gran och löv. På blankettens framsida skrives då ovanför huvudet: »Småstubbar, se baksidan». Registrering av stubbnummer på cirkelytor kring stående provträd skall alltså i sådana fall avse endast grövre stubbar.

Om den förenklade uppskattningen beträffande stubbarna skall användas eller ej på provytan skall avgöras av den som rekognoscerar beståndet.

Då det gäller att avgöra, huruvida en i provytans gränser belägen stubbe skall åsättas nummer, skall tillämpas samma förfaringssätt som för de stående träden.

Sedan samtliga stubbar, som enligt ovanstående bestämmelser skall medtagas, har blivit numrerade, klavas de och registreras på bl. 364, varvid klavmåtten avrundas till närmaste hel millimeter. Vid klavningen tages två diametermått, båda avseende *diametern under bark* omedelbart under stubbskåret. Om stubbar från två eller flera avverkningsar skall inklavas, och stubbhöjderna från dessa visar avsevärda skillnader för träd av samma grovlek, måste inklavningen göras på en gemensam stubbhöjd. Denna skall också sedan tillämpas vid stubbklavningen av provträden. Likaledes måste enstaka, onormalt höga stubbar inklavas på den höjd, som normalt förekommer på ytan vid motsvarande grovlek.

Vid klavningen skall det första måttet avse den *största* och det andra *den minsta* stubbdiametern. Konstateras därvid, att den senare diametern påverkas av mera framträdande ojämnhet i tvärsnittet, vrides klaven före avläsningen så att ett mera normalt mått erhålles. Den största diametern registreras i bl. 364, kol. 3 och den senare diametern i kol. 4. I kol. 2 registreras, om så är möjligt, från vilket träds-
slag stubben härrör.

För björkstubbar, där arten inte kan bestämmas, antecknas bara »bj». Trädslagsbeteckningen placeras såsom anges å sid. 107.

Stubbhöjden, som skall avse stubbens *höjd över mark*, uppmätes i centimeter och registreras i kol. 6. I kol 7 antecknas avverkningsårets två sista siffror. På blankett 360 skall i så fall tydligt framgå, under vilken del av året avverknings ägt rum. Då man inte med säkerhet vet, om denna utförts i slutet av ett år eller i början av nästa, antecknas lämpligen siffrorna för båda, t. ex. 51/52. I fall endast en

årgång stubbar kan inklavas, får avverkningsåret utskrivas tvärs över hela kol. 7 och behöver alltså ej upprepas för varje stubbe.

Visar sig någon stubbe härröra från överståndare, som ursprungligen tillhört den föregående skogsgenerationen, men som tidigare ingått i det aktuella beståndet, antecknas bokstaven ö i kol. 8. På blanketten ifråga antecknas därvid den ungefärliga tidpunkten för överståndarens avverkning. Om förrättningsmannen anser sig ha svårighet att kunna avgöra, från vilken huggning en stubbe härrör, bör ett minustecken utsättas efter det förmodade året i kol. 7 bl. 364. Om många sådana tveksamma fall förekommer, är beståndet olämpligt för undersökning.

Det bör särskilt framhållas att såväl klavning av stubbarna som konstaterandet av avverkningsåret måste utföras med omdöme och noggrannhet. Av särskilt stor vikt är givetvis, att avverkningsåret blir rätt fastställt för de stubbar, som härröra från de närmast i tiden liggande huggningsingreppen i beståndet.

KAP. VI. Stående provträd

Uttagning av stående provträd.

Sedan klavning av stående träd och stubbar avslutats, genomgås stamräkningslängden för stående träd (bl. 363), varvid först de träd markeras, vilkas brösthöjdsdiameter är mindre än 4,5 cm på bark (småträd). Om härvid den nämnda minimigränsen visar sig leda till ett oproportionerligt stort antal provträd av mycket kläna dimensioner, överlämnas åt förättningsmannens bedömande att höja den ifrågavarande gränsen. Detta bör dock endast ske i rena undantagsfall och ej då det är fråga om ytor i ungskog av kläna dimensioner. Markering sker därvid genom att ett minustecken utsättes i kol. 7. För träd utan minustecken men med någon av beteckningarna: 11, 12, 31—33, 41—42, 51—52, 81—83, mb, li, lu, rö+, sb, tp, tp, kvistad, samt med } försedda träd, som härrör från spröt nedanför 1,3 m, antecknas bokstaven K (kasseras) i kol. 7. Härfter räknas med uppdelning på trädslag antalet träd utan minus- och K-beteckning, och antalet antecknas på lämpligt utrymme efter det högsta å bl. 363 registrerade trädnumret. Vårtbjörk och glasbjörk behandlas som skilda trädslag. Därjämte uppskattas trädslagsblandningen på försöksytan okulärt. Trädslagsblandningen skall därvid hänföra sig till samtliga de registrerade trädens (således även de med minus- och K-beteckning försedda trädens) trädslagsvisa andel i totala grundytan. Trädslagsblandningen anges i tiondelar (t. ex. tall 0,7; gran 0,3; vårtbjörk 0,0) och antecknas under antalet träd enligt nedanstående exempel.

	tl	gr	vb	S:a
Antal träd (exkl. —) och K-träd	248	163	12	423
Bedömd trädslagsblandning (inkl. —) och K-träd)	0,7	0,3	0,0	1,0
Antal provträd	39	21	12	72
	R	2	1	3
	RG	6	4	10
	G			
Summa	47	26	12	85

Provträd uttages endast av tall, gran, vårtbjörk och glasbjörk. Detta göres med ledning av tabellen »Erforderligt antal provträd vid olika stamantal och trädslagsblandning» å nästa sida. Av de i exemplet angivna 248 tallarna och 163 granarna, vilka följaktligen ej har minus- eller K-beteckning, anger tabellen, att 40 respektive 22 R-träd skall uttagas. (Samtliga 12 björkar utgör R-träd). Provträdiskvoten för tall kommer därvid att utgöra $248:40=6,2$. Genom att ta var 6:e och var 7:e tall i vissa proportioner (exkl. -och K-träd), kan man få exakt det önskade provträdsantalet (40 st.). Små avvikelser tolereras dock i förhållande till tabellens antal provträd, för att uttagningen skall kunna förenklas. Om provträdiskvoten har decimalen 8, 9, 0, 1 eller 2, användes det närmaste heltalssvärdet som kvot. (Vid kvoterna 5,8—6,2 tages alltså vart 6:e träd). Om decimalen är 3, 4, 5, 6 eller 7 användes omväxlande de två närmaste heltalssiffrorna som kvot vid uttagningen. I exemplet skulle enligt tabellen 22 av de 163 granarna uttagas. Provträdiskvoten är alltså $163:22=7,4$, varför omväxlande var 7:e och 8:e gran (exkl. -och K-träd) uttages.

Erforderligt antal provträd vid olika stamantal och trädslagsblandning

Antal träd av trädslaget utan (—) och K- beteckning	Trädslagets i tiondelar bedömda andel av totala grundytan på provytan																																									
	—0,1 ¹⁾		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0																							
	Erforderligt antal																																									
	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-	R-	G-																						
trä d																																										
1— 19		A l l a				A l l a				A l l a				A l l a				A l l a																								
		5		12		5		15		5		16		7		20		7		21		7		23		7		25		8		22		8		27		10				
20— 24	10	5	13	5	15	5	16	5	17	5	20	5	21	5	23	5	25	7	27	7	29	7	31	7	33	7	35	7	36	8	38	8	40	8	42	8	44	10	45	10	48	10
25— 31	11	5	13	5	16	5	18	5	20	5	21	5	23	7	25	7	27	7	29	7	31	7	33	7	35	7	37	7	38	8	40	8	42	8	44	10	46	10	48	10	51	10
32— 39	12	5	14	5	16	5	18	5	20	5	21	5	23	7	25	7	27	7	29	7	31	7	33	7	35	7	37	7	38	8	40	8	42	8	44	10	46	10	50	10	54	10
40— 49	12	5	15	5	17	5	20	5	21	5	23	7	25	7	28	7	29	7	31	7	33	7	35	7	37	7	39	7	40	8	42	8	44	10	47	10	50	10	53	10	58	10
50— 59	13	5	16	5	18	5	21	5	22	5	26	7	27	7	29	7	31	7	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	42	8	44	10	47	10	50	10	53	10	55	10	60	10
60— 79	13	5	16	5	19	5	23	7	24	5	26	7	27	7	30	7	31	7	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	42	8	44	10	47	10	50	10	53	10	55	10	60	10
80— 99	13	5	17	5	20	5	24	7	25	5	27	7	28	7	31	7	32	7	34	7	36	7	38	7	40	7	42	7	43	8	45	10	48	10	51	10	54	10	57	10	60	10
100— 129	14	5	18	5	21	5	25	7	26	5	28	7	30	7	32	7	34	7	36	7	38	7	40	7	42	7	44	7	45	8	46	10	49	10	52	10	55	10	58	10	60	10
130— 169	14	5	18	5	22	5	26	7	27	5	29	7	31	7	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	43	7	45	7	46	8	47	10	50	10	53	10	56	10	60	10		
170— 229	14	5	19	5	23	5	27	7	28	5	30	7	32	7	34	7	36	7	38	7	40	7	42	7	44	7	46	7	47	8	48	10	51	10	54	10	57	10	60	10		
230— 349	15	5	19	5	23	5	28	7	29	5	31	7	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	43	7	45	7	47	7	48	8	49	10	52	10	55	10	58	10	60	10		
350— 629	15	5	19	5	24	5	29	7	30	5	32	7	34	7	36	7	38	7	40	7	42	7	44	7	46	7	48	7	49	8	50	10	53	10	56	10	60	10				
630— 1999	15	5	20	5	25	5	30	7	31	5	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	43	7	45	7	47	7	49	7	50	8	51	10	54	10	57	10	60	10				
2000—	15	5	20	5	25	5	30	7	31	5	33	7	35	7	37	7	39	7	41	7	43	7	45	7	47	7	49	7	50	8	51	10	54	10	57	10	60	10				

¹⁾ Kolumnerna för —0,1 användas även, då trädslagets andel av totala grundytan på försöksytan understiger 0,05.

Som första provträd tages det träd, som motsvarar halva provträdiskvoten eller kommer »mitt i kvoten». Är kvoten 6, som hos tallarna i exemplet, tages den 3: e, 9: e, 15: e o. s. v. tallen som provträd. Är kvoten 7, tages som första provträd det 4: e trädet. För granarna i exemplet, där kvoten var omväxlande 7 och 8, uttages alltså det 4: e, 11: e, 19: e, 26: e o. s. v. trädet som provträd. Sammanlagt blir här 41 tallar och 22 granar uttagna som representativa provträd, vilka antal införes i sammanställningen. R-beteckningen utskrives i samband med kvoträkningen å bl. nr 363, kol. 8, vänstra delen.

Sedan R-träden markerats, uttages de grövsta träden (G-träden), vilket sker för att säkerställa tillräckligt undersökningsmaterial inom denna del av dimensionsregistret. G-träden uttages i erforderlig omfattning genom att stamräkningslängden genomgås trädslagssvis, varvid bokstaven G antecknas i kolumn 8 för de träd (exkl. K-träd), som konstateras ha de största brösthöjdsdiametrarna. Härvid medräknas även R-träden, vilka om de tillhör de grövsta träden, åsättes beteckningen RG. Då för ett trädslag alla träd enligt tabellen skall utgöra provträd, åsättes dessa endast beteckningen R. Vid bestämning av G- (RG-) träden skall aritmetiska medeltalet av de för träden registrerade båda brösthöjdsdiametrarna vara utslagsgivande.

För att man under mätningarna lätt skall finna de stående provträden kan dessa genast efter uttagningen förses med extra nummerlappar på motsatta sidan av stammen.

Efter verkställd uttagning av stående provträd (R, G och RG) samt den i nästa stycke beskrivna uttagningen av borringsträd göres omedelbart den med början å sid. 00 beskrivna uttagningen av Kb-träd.

Borring av stående provträd

Uttagning av borringsträd, utskrivning av hylsor. Sedan de stående provträden uttagits, är det lämpligt att omedelbart bland dessa göra uttagningar av borrningsträden. Borring vid brösthöjd skall utföras på de stående provträd, som ej är åsatta någon av följande beteckningar: 21, 22, (31—33), 41s, 43, 53, 31—33, 91, (i), i och (tp), vilka beteckningar föranleder kassering av trädet som borringsträd. Kassation markeras genom att bokstaven K antecknas i bl. 363, kol. 7. Kasserat borringsträd bibehåller dock sin beteckning som R-, G- och RG-träd. Till provträdsbeteckningen för de träd, som godtages för borring, tillfogas bokstaven b i kol. 8. Provträdsbeteckningen ändras således till Rb, Gb eller eventuellt RGb. Provträdets nummer, provträdsbeteckning och trädslag överföres sedan till bl. 365, »Stående provträd», varefter kontrolläsning göres.

Vid borringen skall borrningsriktningen varieras så att det första provträdet med b-beteckning borrar från norr, det andra från öster, det tredje från söder, det fjärde från väster o. s. v., utan hänsyn till trädslag. Borrningsriktningen varieras följaktligen *medsols* och betecknas med respektive N, Ö, S och V i kol. 4 (bl. 365). På alla ytor, för vilka en eller flera framtida uppskattningar är planerade, utföres brösthöjdsborringen omväxlande 10 cm över och 10 cm under brösthöjd. Alla från öster borrhade provträd skall för åldersbestämning borrar i stubbhöjd. Till de åldersborrade provträdens beteckning lägges bokstaven »å» i bl. 365, kol. 3 samt bl. 363, kol. 8, varför dessa träd erhåller beteckningen Rbå, Gbå eller eventuellt RGbå.

På provytor, från vilka humusprov skall insändas enligt bestämmelserna på sid. 11, skall en extra borrhärna uttagas vid brösthöjd på alla R-, G- och RG-träd med beteckningen b eller bå samt på alla till märke borrhade Kb-träd. Den extra borrhärnan uttages till märke och i samma riktning som den ordinarie borrhärnan samt omväxlande över och under denna.

Med ledning av bl. 365 utskrives nu borrhärnhylsorna i ordning efter trädnumren, varefter kollationering sker. Det är fördelaktigt att ha hylsorna uppträdda på snören eller metalltråd, som av borrarerna kan bäras om halsen. Dessa snören eller trådar kvarlämnas i hylsorna vid buntningen, så att borrhärnorna kan årsringsmätas i nummerordning utan föregående sortering.

Allmänna anvisningar för borringen. Vid borring skall tillses

- 1 att rätt träd borrar från rätt riktning,
- 2 att borrar drives in stadigt utan riktningsändring, så att borrhärnan ej blir vågig,
- 3 att borringen göres vinkelrätt mot trädets längdriktning. Lutas borrar snett uppåt eller nedåt, erhålles systematiskt för breda årsringar.

Borrstöd bör tillhandahållas de praktikanter, som har svårighet att få borrkärnorna raka. Borrningen bör kontrolleras noga, särskilt i början, då praktikanterna är ovana. Först så småningom får de utföra borrningen på egen hand, och kontroll göres då lämpligen genom stickprov.

Vid borrningen bör borren träffa märgen eller de innersta årsringarna, så att borrkärnan kommer att innehålla märg eller så att dennas läge lätt kan rekonstrueras. För träd, som ha mindre än 50 årsringar vid brösthöjd, måste borrkärnan alltid innehålla märg. Medan borrkärnan fortfarande kvarligger i utdragaren, drages med anilinpenna ett svagt streck i borrkärnans längdriktning från barken in till märgen. På borrkärnor från barrträd markeras därjämte gränsen mellan splint och kärnved med ett tvärgående anilinstreck runt om borrkärnan. Saknas kärnved, göres ett anilinstreck tvärs över märgen. Har barken lossnat från borrkärnan, ritas med anilinpenna ett kors å den yttersta årsringens gräns mot barken. Härvid måste emellertid noga kontrolleras, att någon årsring ej lossnat samtidigt med barken. Skulle så vara fallet, måste ovillkorligen en ny borrkärna uttagas. Skulle årsringarna vara deformerade genom kvistbildning, flyttas borrstället något och ny borrkärna tages.

Borrkärnorna inlägges i borrkärnhylsor, vilka stukas med en penna.

Konstateras träd vid borrningen vara rötskadade, skall rötans omfattning beskrivas med ledning av dess utbredning i borrkärnan enligt nedanstående regler:

(rö) = fast röta med en utbredning av högst 1/3 av diametern

rö = fast röta, omfattande 1/3 av diametern eller mera

rö = lös röta

Ovanstående gäller också vid borrning i stubbhöjd. Den aktuella beteckningen införes i kol. 6 å bl. 363. Trädet kasseras därvid som borrningsträd och åsättes beteckningen Kb samt borrningsriktningen i bl. 363, kol. 7 varefter bokstaven b (bå om det gäller åldersborrat träd) överstrykes i kol. 8. Analogt överstrykes b, (bå) i kol. 3 och beteckningen för borrningsriktning i kol. 4 på bl. 365, där även beteckningen för rötan antecknas i kol. 31. Trädet kvarstår alltså som R-, G- eller RG-träd och göres sedan till föremål för de observationer, som gäller sådana. Den rötskadade borrkärnan tillvaratages på samma sätt som de övriga borrkärnorna, varvid hylsans provträdsbeteckning överkorsas och beteckningen Kb antecknas. Å borrkärnan markeras gränsen mellan den friska och rötskadade veden med två anilinstreck.

Rödkärna hos björk må ej förväxlas med röta.

Omedelbart efter borrningen tilltäppes borrhålen — liksom vid all borrning av stående träd på provytorna — med impregnerade pluggar.

För åldersbestämning uttages från alla provträd med -bå i beteckningen en borrkärna vid stubbhöjd så långt ned borrning kan ske. För dessa provträd utskrivs en extra omgång hylsor, i vilka alltså kärnorna från åldersborrnigen lägges. För bonitering behövs uppgift om åldern även för de 3 grövsta träden av huvudträdslaget. Dessa åldersborras, även om de på grund av skador ej uttagits till provträd. Som provträdsbeteckning på hylsorna skrives för dessa träd »extra å», såvida de inte redan ingår bland de ordinarie åldersborrade träden. På blanketterna göres inga tillägg i de eventuella provträdsbeteckningarna. Borrningsställets höjd över marken och borrningsriktningen antecknas därvid på borrkärnhylsan. Vid borrningen bör borren om möjligt ha träffat märgen. Den ålder, vid vilken trädet uppnådde borrhöjden, bedömes med ledning av eventuellt urskiljbara grenvarv eller av årsringarna närmast märgen. Detta ålderstillägg inskrives på hylsan till höger om den tryckta ramen, (t. ex. +5 år). Konstateras vid åldersborrnigen borrkärnan innehålla röta, markeras gränsen mellan frisk och rötskadad ved med två anilinstreck, och beteckningen för rötan, åtföljd av bokstaven å, införes på bl. 365, kol. 31 (t. ex. rö -å). Trädet bibehålles som borrningssträd, och ingen ändring göres i provträdsbeteckningen å hylsa eller blanketter.

Observationer på stående provträd (bl. 365)

För samtliga de representativa provträden (R-träden) liksom även G- (RG-)träden skall följande trädkaraktärer mätas och registreras: *barktjockleken* vid brösthöjd samt *trädets*, *krongränsens*, *torrgrensgränsens* och *barkpunktens* höjd *över mark*. Dessutom registreras *grenlutning*, *trädklass*, *träddyp* (för tall) och eventuellt *sekundär höjdtillväxt* (jfr bl. 365).

För borrrningsträden registreras utöver ovan nämnda trädkaraktärer *diameter* och *barktjocklek vid stubbhöjd, största och minsta kronradierna* samt *kvistvinklar* (tall och björk). Stubbobservationer utföres dock icke på Gb-träden, såvida inte de inklavade stubbarna till avsevärd del är lika grova som Gb-träden på ytan, då även dessa medtages. Om stubbarna till stor del är klenare än de minsta stubbklavade provträden, uttages genom okulär bedömning 5 av de minsta träden i varje trädslag, som synes kunna representera diameterområdet för dessa småstubbar. Dessa provträd uppföres på bl. 365 efter de ordinarie provträden, sedan rubriken »Extra provträd för stubbklavning» tillskrivits. För dessa införes endast trädnummer, *barktjocklek* i brösthöjd och *stubbhöjd* samt *stubbdiametrar*.

Om samtliga inklavade stubbar är av annat trädslag än de kvarstående träden på ytan, behöver stubbobservationer inte göras på provträden. Är i ett blandbestånd stubbarna endast av ett trädslag, behöver stubbobservationer på stående träd bara göras för detta trädslag.

Mätning av barktjockleken skall göras i två diametralt motsatta punkter vid brösthöjd, som regel å trädets norra och södra sida. Vid uppskattning av tidigare utlagda provytor tages barkmåtten alternerande något ovanför och under nämnda höjd, för att man ej vid mätningen skall skada barken i brösthöjd. Barkmätningssinstrumentet är så graderat, att man vid avläsningen erhåller *barkens dubbla tjocklek* i måttstället. Det avlästa barkmättet registreras i *hela, udda* eller *jämna* millimeter i bl. 365, kol. 6—7.

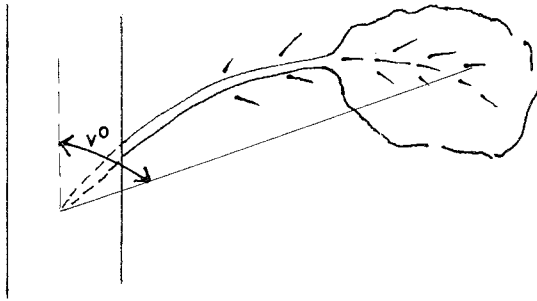
Mätning av höjden över mark utföres med tillhjälp av *Tiréns* höjdmätningssinstrument, då trädhöjden överstiger 15 m. För höjder under 20 m kan dock *Blume-Leiss'* höjdmätare användas. Höjder under 15 m får uppmätas med *Christens* höjdmätare och 5-metersstång. Lägre höjder än 7 m mätes direkt med tillhjälp av 5-metersstången, som bör vara graderad i decimeter. Höjden skall alltid avse avståndet från marken till toppskottets översta del. Brösthöjdsmarkeringen bör utgöra utgångspunkt för höjdmätningen. Beträffande användningen av *Tiréns* höjdmätningssinstrument hänvisas till bil. 5. För *Blume-Leiss'* höjdmätare lämnas anvisningar i bil. 6. Vid användningen av denna höjdmätare bör i första hand iakttagas, att avläsning ej sker förrän pendeln stannat, att kontrollavläsning göres, och att erforderliga korrigeringar för lutande mark vidtages.

Vid mätning med *Christens* höjdmätare är det vanligen fördelaktigt att 5-metersstången fixeras vid sidan av trädet i förhållande till observatören på så sätt, att markeringen vid 0,3 m på stången faller i höjd med brösthöjdsmarkeringen. Till den höjd, som avläses på höjdmätaren, adderas 1,0 m, varvid höjden över mark erhålles.

Observatören bör vid mätningen ej stå för nära trädet. Lämpligt är att han placerar sig på ett avstånd från detsamma ungefär lika med trädets höjd. Avläsningen underlättas och blir säkrare, om handen, som håller instrumentet, stödes antingen mot ett träd eller mot en stabil stör eller dylikt. Vid blåst bör man ge akt på, att vinden ej ändrar höjdmätarens läge och att observatören står ungefär i rät vinkel mot trädet i förhållande till vindriktningen.

Lutande träd mätes helst vinkelrätt mot lutningsriktningen. Vid höjdmätning av lutande träd med *Tiréns* eller *Blume-Leiss'* instrument erhåller man ett något för lågt värde, som bör korrigeras, om felet uppgår till 1 dm. För att höjdmätningssfelet skall uppgå till 1 dm, fordras för ett 20-metersträd, att det har toppen minst 2 m utanför lodlinjen genom stubben, och för ett 10-metersträd toppen minst 1,4 m utanför lodlinjen. Vid mätning av träd, som lutar mot eller från instrumentet, måste före höjdmätningen toppens läge i förhållande till ståndlinjen — d. v. s. det horisontella avståndet från instrumentet till trädets centrum vid brösthöjd — fastställas. Lutar därvid trädet från höjdmätningssinstrumentet måste ståndlinjens längd ökas med avståndet från trädets centrum till lodlinjen genom toppen. Då trädet lutar mot instrumentet, minskas däremot ståndlinjens längd med motsvarande sträcka. Höjdbestämningarna registreras i meter och decimeter med avrundning till närmaste streck (bl. 365, kol. 16). Detta gäller även de nedan beskrivna bestämningarna av krongränshöjd, torrgrensgräns och barkpunktens höjd.

Krongränshöjden skall avse avståndet från marken till den yttre fästpunkten för den första gröna grenen, såvida denna ej är isolerad från den övriga gröna kronan av minst tre döda grenvarv. Då betraktas i stället fästpunkten för den närmast



högre belägna gröna grenen som krongräns. Uppmätning av krongränshöjden skall ske på analogt sätt som av trädhöjden. Bestämningarna registreras å bl. 365, kol. 17.

Mätning av torrgrensgränsen skall avse avståndet från marken till fästpunkten för den nedersta torra, hårda grenen, såvida denna ej skiljer sig från övriga grenvarv med kvarsittande torrgren(ar), av minst tre döda grenvarv utan kvarsittande hårda torrgrenar. Kvistarr med kvarsittande lös grenstump räknas som avfallen gren. Fast kvarsittande grenstump betraktas som torrgren oberoende av dess längd. Bestämningen registreras å bl. 365, kol. 18.

Mätning av barkpunktens höjd över mark utföres endast på tall och björk och skall avse avståndet från marken till det ställe på stammen, där skorpbarken (sprickbarken) mera allmänt övergår i tunn bark (glans- eller spegelbark). Vid fastställandet av barkpunkten bör skorpbarkens utsträckning på olika sidor av stammen beaktas. Extremt utbildad sprickbark hos björk markeras genom understrykning av barkpunktsobservationen. Om övergången mellan skorp- och tunn bark är påtagligt oskarp, anges observationen inom parentes. Är björkens bark slät och fri från sprickor ända ned till marken, anges detta genom att ett minus-tecken utsättes i bl. 365, kol. 19. Avsaknad av skorpbark hos tall markeras på analogt sätt. Bestämningen registreras å bl. 365, kol. 19.

Registrering av grenlutningen skall göras i bl. 365, kol. 28. Grenlutningen skall därvid avse den övre vinkeln mellan stammens längdaxel och en tänkt, rät linje från grenens inre fästpunkt i stammen till den gröna grenkronans tyngdpunkt, (se figur). Grenlutningen uppskattas okulärt och anges i endera av nedanstående lutningsgrader (jfr den schematiska skissen å bl. 365):

- Grenlutning 1 = 0—74°,
- » 2 = 75—104°,
- » 3 = 105°

Grenlutningen skall avse den bedömda genomsnittliga grenlutningen för den del av trädkronan, som faller mellan 25 och 75 % av kronlängden från krongränsen räknat.

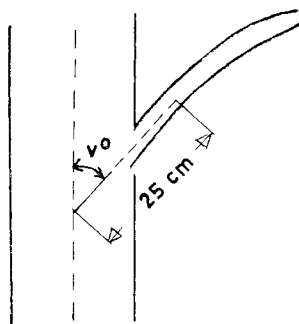
För utpräglad *hängbjörk* bedömes ej grenlutningen utan i stället registreras bokstaven h i bl. 365, kol. 28.

Registrering av trädklassen skall ske i bl. 365, kol. 29, varvid trädklassen anges med arabiska siffror i överensstämmelse med klassificeringsschemat enligt bil. 7.

Registrering av trädtypen göres endast för tall och sker å bl. 365, kol. 30. Den avser *Lindqvists talltyper* enligt bil. 8.

I kol. 31 antecknas barkfärgen för björk, varvid b betecknar brun, g grå och v vit barkfärg. Även mellanformer anges, t.ex. gråbrun (g-b). Som vid gängse benämning av dubbelvärdar skall den sista angivna beteckna huvudfärgen. I denna kolumn göres dessutom vid behov anteckning om observationer över speciella skador, felaktigheter, abnormiteter m.m.

Mätning av stubbdiametrarna skall avse största och minsta stubbdiametern. Konstateras därvid den senare diametern påverkad av mera framträdande ojämnheter i tvärsnittet, vrides klaven före avläsningen så att ett mera normalt mått erhålles.



Diametrarna skall därvid som regel mätas vid en höjd motsvarande den höjd, som å provytan befintliga stubbar av ungefär likartad grovlek intager och som tillämpas vid stubbklavningen. Visar sig trädstammen vid denna höjd vara starkt oregelbunden i tvärsnittet, flyttas mät höjden till ett ställe på stammen, där tvärsnittet är mera normalt utvecklat, varvid mätning dock ej får ske på en höjd över mark motsvarande onormalt hög stubbhöjd. Diametermåtten registreras å bl. 365, kol. 10 (största) och 11 (minsta), varjämte måttställets höjd antecknas i kol. 15. *Barkens dubbla tjocklek* vid detta uppmättes med barkmätare, varvid barkmåttens tages vid de av klavens anliggningspunkter, där barken är mest normalt utvecklad. Barkmåttens registreras i *hela*, udda eller jämna millimeter i kol. 12 och 13 (jfr »Mätning av barktjockleken», s. 114).

Största kronradien skall avse *kronkonturens* största projektion i horisontalplanet vid markytan. Denna trädkaraktär uppmättes på följande sätt: Kronprojektionens yttre s. k. fotpunkt erhålles genom inlodning av största kronradien mot horisontalplanet vid markytan. Härvid skall hänsyn ej tagas till enstaka gren, som påtagligt skjuter ut utanför den samlade kronkonturen. För lodrätt stående träd sammanfaller projektionens inre fotpunkt med trädets centrum vid markytan. För lutande träd måste även den inre fotpunkten inlodas mot horisontalplanet. Avståndet mellan lodpunkterna uppmättes lämpligen med tillhjälp av fem-metersstången och registreras i bl. 365, kol. 20 i meter med en decimal och med avrundning till närmaste streck.

Minsta kronradien skall avse projektionen av kronkonturens minst utskjutande del. Enstaka gren, som påtagligt skjuter utanför denna, beaktas ej. Uppmätning av denna trädkaraktär verkställles på analogt sätt som angivits för största kronradien. Måttet registreras i bl. 365, kol. 22.

Läget inom kronan av största och minsta radiens yttre ändpunkter i kronkonturen anges efter okulär uppskattning (eller eventuellt efter »tiondelsmätning» med *Christens* höjdmätare) i 10-tal procent av kronlängden från krongränsen räknat. I fall sådan punkt ligger under krongränsens nivå anges 0 %. De ifrågakarande observationerna registreras på bl. 365, kol. 21 och 23 respektive.

Observationer över kvistvinklar skall endast utföras på *tall* och *björk* (bl. 365, kol. 24—27). Med kvistvinkel avses den övre vinkeln mellan stammens längdaxel och grenens längdaxel för den 25 cm närmast stammens centrum belägna delen av frisk gren (vinkeln v på figuren ovan).

Kvistvinkeln uppskattas okulärt för lämplig gren såväl vid krongränsen som på ett avstånd av 25, 50 och 75 % av kronlängden. Uppskattning skall därvid ske i hela 10-tal grader enligt 360-gradersskalan. Om den uppskattade kvistvinkeln anses påverkad av riklig kottförekomst, anges gradtalet inom parentes.

Observationer över kvistvinklar skall även utföras på de träd, som enligt bestämnelserna uttagits till fällda provträd. Mätningarna på de fällda träden skall av förrättningsmannen utnyttjas som kontroll av de gjorda observationerna på stående träd.

Cirkelytor kring de borrarade stående provträden
(Bl. 367)

Kring varje Rb- och Gb- (RGB-) träd utlägges en cirkelyta med 5 meters radie. Radien mätes horisontellt. Samtliga inom ytans omkrets fallande träd och stubbar registreras å bl. 367, varvid även träd och stubbar, som faller utanför provytan, numreras och registreras å blanketten ifråga. Vid numreringen åsättes de inom cirkelprovytorna i kappan fallande *träden* nummer enligt en nummerserie, som tager sin början med det första lediga löpande numret efter stubbräkningen enligt bl. 364. *Stubbarna* i kappan åsättes däremot en särskild nummerserie. Härvid bedömes — med rätt bred marginal — antalet träd inom kappan, som kan antagas falla på cirkelprovytorna, varefter stubbarna i kappan numreras i följd med utgångspunkt från det högsta bedömda trädnumret. Har på en provyta den sist numererade stubben åsatts nr 371, får det av kappträden, som först faller inom en cirkelprovyta, nr 372. Bedömes antalet kappträd på cirkelprovytorna uppgå till omkring 50 st., bör första stubben inom kappan åsättas nr 450.

På provytor i glesa bestånd, om vilka lagledaren erhåller särskild anvisning, utföres dessutom en kompletterande registrering av träd och stubbar belägna mellan 5 och 10 m från centrumträdet. Därvid registreras alla träd och stubbar av minst 20 cm grovlek. Detta mått avser för träden medeldiametern i brösthöjd på bark och för stubbarna minsta diametern under bark. Denna registrering göres på en extra cirkelyteblankett (bl. 367) på vilken rubriken ändras till »Storcirkelytor».

Å bl. 367 registreras numren av träd och stubbar på olika rad(er), varvid i kolumnen »Numreringen avser» utskrivs »På provytan», eventuellt dessutom »I kappan». Om flera träd eller stubbar i obruten nummerföljd tillhör cirkelytan, anger man lämpligen det första och sista numret i en sådan serie, åtskilda av ett streck (t. ex. 71—84) i st. f. att anteckna alla numren.

Vid cirkelytans utläggning skall beträffande kanträden följande regel gälla: Träd anses tillhöra cirkelytan, om de till mer än hälften faller inom denna. Träd, som till hälften av tvärsnittet vid stubbhöjd faller inom ytan, räknas tillhöra ytan för cirkelytor kring träd med udda nummer och uteslutes för ytor kring träd med jämna nummer.

Sedan registrering av samtliga cirkelprovytor verkställts, klavas de utanför provytan fallande numererade träden och stubbarna. Träden diametermätes och åsättes därvid beteckningar på samma sätt som träden inom provytan. Registrering skall därvid ske å blanketten »Stamräkning» (bl. 363). Efter rubriken »Stamräkning» antecknas därvid »i kappan». Registrering av stubbar utföres på analogt sätt som vid stubbräkning inom provytan, varvid blanketten »Stubbräkning» (bl. 364) skall komma till användning. Efter rubriken »Stubbräkning» antecknas därvid som i föregående fall »i kappan».

KAP. VII. K-träd

Uttagning av Kb-träd

Vart tredje av de i samband med uttagandet av provträden (inklusive borrhingsträden) kasserade träden (K-träden) av tall, gran och björk borraras vid brösthöjd, såvida ej antalet K-träd utgör mellan 400 och 499 st., då vart fjärde K-träd borraras. Skulle antalet K-träd vara mellan 500 och 599 st., borraras vart femte o. s. v. Understiger antalet K-träd 20, borraras samtliga. Uttagning av dessa s. k. Kb-träd göres gemensamt för ovan angivna trädslag, med början på det andra (tredje etc.) K-trädet. Alla således berörda K-träd markeras. Visar sig efter slutförd kvoträkning något av de markerade K-träden vara torrt (beteckningen 11 och 12) uttages nästföljande K-träd i stället. Måste även detta kasseras, tages ej något nytt ersättnings-träd. I bl. 363, kol. 7 åsättes de borrarade K-träden beteckningen Kb, varjämte borrhingsriktningen angives (t. ex. KbN). Denna varierar medsols från norr. På borrhingskärnhylsorna göres motsvarande anteckningar som för borrarade, stående provträd.

Vart tredje av Kb-träden uttages för ytterligare provträdsobservationer, såvida det inte har någon av beteckningarna mb eller li. De markeras med en ring i högra delen av kol. 8. Ersättningssträd uttages ej. Underst i ger antalet Kb-träd 20, medtages samtliga utan nämnda beteckningar. De uppföres på särskilda exemplar av blankett 365. Kryssning göres i rutan avsedd för K-träd.

Borrning av Kb-träd

Borrningen av de ordinarie Kb-träden behöver endast omfatta de 15 sista årsringarna. De Kb-träd som uttagits för ytterligare observationer och därvid markerats med ring i bl. 363 kol. 8, borras till märke enligt bestämmelserna för stående provträd. Skulle årsringarna i den uttagna borrhörningen vara defekta på grund av stamskada el. dyl., göres borrhörning från nästa väderstreck, där stammen är oskadad. Den nya borrhörningen införes på såväl bl. 363 som borrhörningshyla efter överstrykning av den tidigare angivna riktningen. För att undvika förväxlingar kan det vara lämpligt att först borra de Kb-träd, för vilka märke på födras, och därefter de övriga. Vid förekomst av röta markeras gränsen mellan den friska och rötskadade veden med två anilinstreck. Anteckning om röta göres på bl. 363 kol. 6 enligt reglerna på sid. 113.

Observationer på Kb-träd

De på bl. 365 uppförda Kb-träden observeras med avseende på barktjocklek, trädhöjd, krongräns, torrgrengräns, största och minsta kronradie, trädklass och trädtyp. För topptorra och stambrutna träd mätes ej höjden. Beteckningarna för dessa skador antecknas i kol. 31, och streck utsättes i kolumnen för trädhöjd.

Cirkelytor med 5 meters radie utlägges kring dessa till märke borrhörade Kb-träd. Registrering av inom cirkelytan fallande träd och stubbar göres såsom tidigare beskrivits för stående provträd. Cirkelytor kring Kb-träd och stående provträd registreras på skilda blanketter. På blanketterna för de förstnämnda kompletteras rubriken till »Cirkelytor för Kb-träd».

KAP. VIII. Observationer på småträd

Enligt det föregående är småträden, d. v. s. träd med en brösthöjdsdiameter understigande 4,5 cm på bark, i bl. 363, kol. 7 markerade med ett minustecken. Gemensamt för samtliga på provytan representerade trädslag uttages av dessa genom kvoträkning minst 20 provträd. Är antalet småträd mindre än 20, tages samtliga som provträd. Småträd med följande beteckningar kasseras: 11, 12, 41, 81—83, li, lu, sb, tp—tp och mb, och ersättningsträd uttages enligt analoga grunder som för Kb-träden. De uttagna provträden förses därvid med en ring kring minustecknet i bl. 363, kol. 7. För dessa träd uppmätes höjden över mark och barktjockleken vid brösthöjd, den senare trädkaraktären dock endast i en punkt (alternerande från norr och från söder). Höjden över mark registreras i meter och decimeter med avrundning till närmaste streck i bl. 363, kol. 9 och dubbla barktjockleken i hela udda eller jämna millimeter i kol. 10.

För bestämning av småträdens ålder uttages vartannat av dessa, varvid de åsättes beteckningen »å» i bl. 363, kol. 7. Dessa träd borras vid stubbhöjd. Då så är möjligt, bestäms åldern vid brösthöjd (= antalet fullbordade årsringar vid brösthöjd) genom räkning av antalet grenvarv ovanför nämnda höjd. Härvid registreras brösthöjdsåldern direkt å bl. 363, kol. 11. I annat fall borras dessa träd vid såväl stubbhöjd som brösthöjd. Borrhörningar från stubbhöjd och brösthöjd placeras i skilda hylsor. Då det är fråga om mycket kläna dimensioner, kan det vara lämpligt att i stället för borrhörningar taga en trissa av stammen vid borrhöjden. Trissan placeras i ett kuvert, vilket förses med samma anteckningar som borrhörningshylsan.

KAP. IX. Fällda provträd

Uttagning av fällda provträd

Av Rb- och Gb- (RGB-) träden skall på varje provyta 5 st. fällas för ytterligare observationer. Bland de fällda provträden av huvudträdslag skall ett utgöra Gb- eller RGB-träd. Uttagningen göres genom kvoträkning trädslagsvis för tall, gran, vårthjörk och glashjörk. Provträdiskvoten avpassas så, att proportionen mellan trädslagen blir ungefär densamma som den bedömda trädslagsblandningen enligt sammanställningen för uttag av stående provträd (jfr s. 110). Har trädslagsblandningen sålunda bedömts till tall 0,8 och gran 0,2 skall sammanlagt 4 tallar och 1 gran utgöra fällda provträd. De uttagna träden markeras med F i marginalen till

bl. 365. Vid uttagning av fällda provträd skall borringsträd med skadebeteckningarna 91—93 och 92—93 uteslutas, liksom även (91)—(93), då skadan har en utbredning i trädets längdriktning överstigande $1/2$ m och bedömes ha påverkat diameterutvecklingen. Blecka betraktas härvid som stamskada. Borrkärnan, som från de fällda provträden uttages vid 1 % av trädhöjden måste vara frisk. Före fällning skall man därför förvissa sig om, att sådana borrkärnor kan erhållas. Om så ej är fallet, måste trädet uteslutas som fällt provträd. På provytor i sådda eller planterade bestånd får fällda provträd ej uttagas bland självsådda träd. Vidare får bland de fällda provträden förekomma endast ett träd i diameterområdet 4,5—9,9 cm. För träd, som enligt ovanstående skall uteslutas (se bl. 363), tages nästa godtagbara träd som ersättning. Om en mycket stor del av träden på ytan är klenare än 10 cm, överlämnas åt förrättningsmannens bedömande att sänka nämnda maximigräns (exv. till 8 eller 9 cm), under vilken endast ett fällt provträd får förekomma. En sådan sänkning göres före uttagningen och får endast ske på provytor i ungskog med klena dimensioner.

I fall inget Gb- eller Rgb-träd skulle ha uttagits inom huvudträdslaget, utbytes det mellersta, eller vid jämnt antal uttagna träd det andra av Rb-träden mot ett Gb- eller Rgb-träd inom samma trädslag. Finns t. ex. 8 sådana, tages det fjärde o. s. v., om detta är fritt från tidigare nämnda skador. Om så icke är fallet, tages nästa godtagbara Gb- eller Rgb-träd.

Utöver dessa 5 träd skall 2 av de till mörk borrhåld Kb-träden fällas. De uttages genom kvoträkning gemensamt för alla trädslag, och om valet härvid skulle falla på träd med någon av beteckningarna S1—S3, rö+, (tp), tp, tp och kvistad, tages nästa godtagbara träd som ersättning. Endast ett av dessa två fällda Kb-träd får vara klenare än 10 cm i brösthöjd.

Om några av de till fällning uttagna träden skulle stå så nära varandra, att luckor komme att uppstå i beståndet, får detta icke föranleda någon ändring i uttagningen. Om markägaren så påfordrar, erhåller han skälig ersättning för härigenom uppkommen förlust. Vid uppskattning av provytor, anlagda av andra institutioner, kan fällning av provträd helt uteslutas, om önskemål härom framställles. De för fällning uttagna provträden markeras genom anteckning av ordet »fällles» i bl. 365, kol. 31.

Vid fällning av de uttagna träden bör tillses: 1) att sågskäret göres så långt ned som möjligt (för att borring ej skall behöva ske i stubben), 2) att trädet ej fälls över uppstående stenar eller i andra trädskronor, så att stam, toppskott eller grenar slås av, 3) att den borrhåld delen om möjligt kommer uppåt.

Mätning av längd, krongräns, barkpunktens höjd m. m.

Efter fällning av provträdet men före sektioneringen skall följande trädkaraktärer mätas: *trädets längd* (över mark), *krongränsens höjd*, *torrgränsgränsen* samt för tall och björk dessutom *barkpunktens höjd*. De tre förstnämnda karaktärerna mätes därvid i centimeter. Barkpunkten anges på 5—10 cm när. Vid dessa mätningar skall alltid avrundning ske till närmaste streck. De erhållna mätvärdena användas som kontroll av dem som uppmätts på stående träd. Om skillnader föreligga, ändras siffrorna på bl. 365 i enlighet med resultaten efter fällning.

Sektionering och borring

Sektionering av de fällda provträden skall ske i form av klavning och barkmätning i de måttställen, som bl. 366, kol. 6, upptager. Läget av dessa är uttryckt i form av procent av trädets längd (över mark). Sedan denna trädkaraktär uppmätts efter fällning av trädet uttages de olika måttställes absoluta höjd över mark med tillhjälp av »Procenttabell för sektionsmätning av provstammar». Vid ingång i denna tabell måste trädhöjder över 20 m avrundas till närmaste hel decimeter och höjder mellan 10 och 20 m avrundas till närmaste 5 centimeter. Vid sektioneringen skall måttbandet med t. ex. kniv eller prygl fixeras vid stubbskåret på så sätt, att markeringen för 1,3 m å detsamma kommer att sammanfalla med brösthöjdsmarkeringen på trädet.

Måttställe, som sammanfaller med grenvarv eller annan väsentlig ojämnhet på stammen (t. ex. stamskada på fällt Kb-träd), flyttas uppåt eller nedåt till närmaste »normala» klavningsställe. Detta markeras med ett kritstreck på stammen men

ändras ej på blanketten. Som regel bör gälla, att medeltalet av de båda diameter-måtten 1 och 2 inte är större än vid närmaste, nedanför belägna måttställe.

Klavning och barkmätning göres i två mot varandra vinkelräta riktningar utan hänsyn till borrningsriktning. Mätning utföres också i brösthöjd; dessa mått hämtas alltså icke från tidigare mätningar, registrerade på bl. 363 och 365. Vid sektioneringen av klykträd användes en blankett för varje delstam. Den längsta delen av klykan samt den gemensamma delen av trädet betraktas härvid som *en* stam. På blanketter och hylsor betecknas delstammarna med bokstäverna a, b, c, o. s. v. efter trädnumret.

För uttagningen av måttställena skall mätning av trädets längd över mark ske till den högst nående delstammens topp. Dessa måttställena användas sedan vid såväl sektionsmätning som borrrning av alla delstammarna. Sektionering och borrrning av de mindre delstammarna kommer alltså endast att göras vid de måttställena, som falla inom ifrågavarande stamdel. På varje delstam mätes avståndet från mark till krongräns, torrgrensgräns och barkpunkt, såvida nämnda trädkaraktärer är belägna inom ifrågavarande stamdel. Vidare mätes trädets längd över mark = avståndet till delstammens topp. På de för anteckning lediga raderna å bl. 366 inskrives höjden över mark till klykans(-ornas) förgreningsställe(-n). För träd med tvärkrökar göres motsvarande anteckningar om dessa krökars höjd över mark. Höjden mätes härvid till det ställe (i regel grenvarv), där ersättningstoppen utgått. Dessa uppgifter inskrives också på anteckningsraderna.

Vid måttställena på 1, 10, 30, 50, 70 och 90 % av trädhöjden uttages på *samma* sida av trädet som vid den tidigare utförda borrrningen vid brösthöjd *en* *borrkärna*. Härvid skall samma bestämmelser gälla som för borrrning av Rb-, Gb- (RGb-) träden. Borrkärnan vid 1 % av trädhöjden måste dock alltid innehålla mäg. Dessutom uttages vid brh, 1, 25, 50 och 75 % av trädhöjden en extra borrkärna till mäg. På träd, från vilka redan tagits en extra borrkärna vid brösthöjd (se s. 112), utföres ingen mer borrrning vid brösthöjd.

Radiernas riktning anges både på borrkärnan och hylsan. Vid borrrningen på-träffad röta föranleder ej kassering av provträdet. Röttskadade borrkärnor förses med därför erforderlig markering och tillvaratas i den utsträckning detta är möjligt. Hylsorna från samtliga fällda provträd träds upp på ett snöre eller en metalltråd i ordning efter procentställena. Hylsorna från olika träd åtskiljes, t. ex. genom knutar på snöret. Hylsorna med de extra borrkärnorna från träden på ytan buntas skilda från övriga borrkärnhylsor och buntens förses med beteckningen »Vedprov» samt ytans nummer.

Har vid fällningen trädet kommit att intaga ett sådant läge, att den vid brösthöjd borrarade delen ej vetter uppåt, skall en ny borrkärna uttagas vid brösthöjd på den uppåt vända sidan av trädet, såvida ej detta kan vridas så att den borrarade delen kommer upp. Ifall ny borrkärna måste uttagas, skall den ändrade borrningsriktningen antecknas på anteckningsraderna å bl. 366.

För åldersbestämning bedömes den ålder, vid vilken trädet uppnådde höjden för den gjorda 1 %-borrrningen. Denna ålder antecknas å bl. 366 som »Bedömt tillägg».

Toppskottsmätning

För fällda provträd av *tall* och *gran* mätes vart och ett av de 30 *sista toppskotten* plus årets toppskott, även om detta ej är färdigbildat. På bl. 366 antecknas i kolumn 1 det innevarande årtalet på första raden, föregående årtal på andra raden, o. s. v. I kolumn 2 antecknas trädets längd över mark på första raden, om årets toppskott är påbörjat. Är detta inte fallet sättes ett streck på första raden och trädets längd över mark införes på rad två. För träd yngre än 30 år mätes samtliga toppskott. Före mätning av toppskotten måste genom borrrning eller kapning av stammen och räkning av antalet årsringar noga kontrolleras, att toppskottets »ålder» är korrekt bestämd.

För erhållande av full överensstämmelse med grenmätningen skall toppskotten mätas »från marken», varvid det delstreck på måttbandet, som svarar mot den tidigare noterade observationen över »Trädets längd över mark», skall sammanfalla med det sista årsskottets spets. Toppskotten mätes från nedre kanten av grenvarvens yttre fästpunkt vid stammen. Beträffande klykträd göres toppskottsmätning för varje delstam. För den högst nående delstammen fortsättes toppskottsmät-

ningen ned på den gemensamma stamdelen, om så erfordras för erhållande av 30 toppskott.

För björk mätes endast årets toppskott. Därjämte utsträcker den ovan berörda borrhningen på olika relativ höjd över marken till att även omfatta måttställena på 95, 85, 80, 75 och 60 procent av trädets höjd över mark. För mycket klena stamdimensioner utsågas eventuellt trissor, vilka placeras i kuvert, som förses med samma anteckningar som borrhkärnhylsan.

För träd, där grenvarven är svåra att urskilja (t. ex. undertryckta träd och träd med äldre toppskador) får toppskottsmätningen ersättas med utsträckt borrhning, såsom göres för björk. De toppskott, som med säkerhet kan åtskiljas, mätes dock även i sådana fall.

Grenmätning

Grenmätningar (bl. 404). På alla fällda provträd skall mätningar utföras på samtliga grenar inom vissa begränsade avsnitt av stammen, som benämns grenmätningssektioner eller provsektioner. Grenmätningssektionerna görs 40 cm långa och förläggs på olika avstånd från stubbhöjd. Vid utläggningen av provsektionerna fastgöres måttbandet på sådant sätt att måttet 130 cm minus 1/100 av trädhöjden över mark i cm fixeras vid den tidigare markerade brösthöjden. På alla fällda provträd utläggs grenmätningssektioner med mittpunkten 1 m, 3 m och 5 m över stubbhöjd. Dessa provsektioner omfattar sålunda stamavsnitten 80—120 cm, 280—320 cm och 480—520 cm ovan stubbhöjd. Är stammens diameter ub större än 150 mm 5 m ovan stubbhöjd fortsättes utläggningen av provsektioner uppefter stammen med 2 meters avstånd mellan sektionernas mittpunkter tills en grenmätningssektion utlagts ovanför den nivå på stammen, där diametern ub är 150 mm. Från denna provsektion fortsättes sektionsutläggningen med 3 meters avstånd mellan mittpunkterna tills en provsektion erhållits ovanför den nivå på stammen där diametern ub är 50 mm. Skulle härvid toppen passeras avslutas mätningarna med den föregående provsektionen. Är stammens diameter ub mindre än 150 mm men större än 50 mm 5 m ovan stubbhöjd fortsättes sektionsutmärkningen uppefter stammen från 5-meters-provstället med 3 meters avstånd mellan provsektionernas mittpunkter, tills den nivå på stammen passerats, där diametern ub är 50 mm. Är stammens diameter ub mindre än 50 mm 5 m ovan stubbhöjd görs grenmätningar endast vid 1 m, 3 m och 5 m ovan stubbhöjd. På klykstammar förläggs grenmätningssektionerna på delstammarna på samma avstånd från stubbhöjd, som på huvudstammen. På varje delstam skall dock högst en provsektion undersökas över den nivå på delstammen, där diametern ub är 50 mm. En blankett används för varje delstam och delstammarna numreras på samma sätt, som vid sektioneringen.

För varje delstam antecknas på bl. 404 avståndet från stubbhöjd till det kapställe, som vid aptering av trädet skiljer delstammen från huvudstammen. För samtliga fällda provträd antecknas vilka stampartier, som vid praktisk aptering måste lumpas. Hänsyn tages dock icke till röta. Kapställenas avstånd i cm från stubbhöjd samt orsaken till lumpningen anges (ex. Lump 1 055—1 108, tvärkrök.).

Om grenarna på stammens undersida på vissa provsektioner icke kan göras åtkomliga för mätning, utan att stammen kapas och detta skulle medföra betydande virkesförluster, begränsas grenmätningarna till stammens översida för dessa sektioner. Härvid tillses, att endast de grenar mäts, vilkas centrum är beläget på mindre avstånd från borrhningsriktningen än 1/4 av stammens omkrets vid måtstället. Grenmätningssektion som undersökts endast på översidan, markeras genom överkryssning av sektionens höjd över stubben i kol. 1 på bl. 404.

På de *levande grenarna* inom provsektionerna mäts med vissa undantag för grenens mellanledsgrenar (se nedan):

Grendiametern pb (bl. 404, kol. 3). Måttet tas vinkelrätt mot grenens längdaxel så nära stammen som möjligt, dock utanför en eventuell ansvällning vid grenbasen. Är grentvårsnittet icke cirkelrunt mäts största och minsta diametern varefter medeltalet beräknas och antecknas.

Grendiametern ub (kol. 4). I varje provsektion mäts om möjligt grendiametern under bark på en grov, en medelgrov och en klen gren.

Grenlängden (kol. 5). Längdmåttet avser avståndet från stambarkens yta till yttersta grenspetsen, mått utefter grenen.

Kvistvinkeln (kol. 6). Definition, se s. 116. Kvistvinkeln bestäms även på de fällda provträden av gran. Vinkeln mäts med därtill avsett instrument och anges i hela grader (360°). Vid riklig förekomst av kott avlägsnas denna före mätningen. Har den ursprungliga kvistvinkeln ändrats genom fällningen eller påverkats av riklig kottförekomst antecknas vinkeln inom parentes.

De *döda grenarna* hänförs till någon av följande grupper: 1) Kvarsittande hård gren. 2) Kvarsittande murken gren. 3) Bortfallen gren. 4) Övervallad gren. Med »hård» avses att grenens ved närmast stammen icke rötats eller på annat sätt destruerats i sådan omfattning att man kan smula sönder den mellan fingrarna. Övervallning av grenen kan därför ännu icke äga rum. Med »murken» avses att grenveden invid stammen är så lös att den kan smulas sönder mellan fingrarna. Grenen kan övervallas, men övervallningen medför ytterligare invallning av grenrester. Med »bortfallen» avses att inga rester av grenen finns kvar i stamvedens yta. Övervallningen är dock icke avslutad, men den kan ske utan att några fler rester efter grenen vallas in i stammen. Med »övervallad» avses att grenen (kvisten) är helt övervuxen med ren ved. Spår efter grenen finns dock kvar i barken.

Med ett x i kol. 8, 9 eller 10 anges vilken grupp den döda, icke övervallade grenen tillhör. De övervallade grenarnas antal antecknas i kol. 15. När det är tveksamt om grenen skall hänföras till gruppen »bortfallen» eller »kvarsittande murken» markeras den med (x) i kol. 9. Är grenveden invid stammen murken i ytan men hård i centrum av grenen betecknas grenen med (x) i kol. 8.

På de *döda, icke övervallade grenarna* inom provsektionerna mäts med vissa undantag för granens mellanledsgrenar (se nedan):

Grendiametern ub (kol. 11). Grendiametern bestäms endast på grenar, vilkas ursprungliga diameter icke förändrats genom röta eller dylikt. (Se vidare under Kvistdiameter nedan.)

Grenlängden (grenstumpens längd, kol. 12). Mätningen görs endast på de kvarsittande hårda grenarna. Längden mäts från stambarkens yta till grenens (grenstumpens) spets utefter grenen. Har denna blivit avslagen vid fällningen av trädet görs försök att rekonstruera grenen. Är detta icke möjligt, anges den uppmätta grenlängden inom parentes.

Kvistvinkeln (kol. 13). Denna mäts på de kvarsittande hårda grenarna, då detta är möjligt med hänsyn till deras längd. (se s. 116).

Kvistdiametern (kol. 14). Med kvistdiameter avses diametern på den yta som en jäms med stamveden kapad gren uppvisar. Kvistdiametern bestäms endast för grenar, vilkas grendiameter icke har kunnat mätas. Grenen kapas invid stamveden och kvistytans diameter uppmäts. Är kvistytan icke cirkelrund mäts största och minsta diametern varefter medeltalet beräknas och antecknas.

Mätningar på granens mellanledsgrenar. På de *levande* mellanledsgrenarna med grendiametern pb större än eller lika med 10 mm mäts varje grens diameter pb samt grenlängden (antecknas i kol. 3 och 5). Med ett x i kol. 2 markeras att måtten gäller mellanledsgrenar. De övriga levande mellanledsgrenarna räknas och antalet införs i kol. 2, varefter grendiametern och grenlängden på en representativ gren mäts och antecknas. På de *döda* mellanledsgrenarna med en grendiameter ub eller en kvistdiameter större än eller lika med 10 mm mäts varje grens grendiameter ub eller kvistdiameter och antecknas i kol. 11 resp. 14. Genom markering i kol. 8, 9 eller 10 anges grenens beskaffenhet. Övriga döda mellanledsgrenar klassificeras och räknas varefter antalet införs på en och samma rad i kol. 8, 9, 10 och 15. Grendiametern eller kvistdiametern mäts på en gren, som bedöms vara representativ för de icke övervallade smågrenarna och måtten införs i kol. 11 resp. 14. Med ett x i kol. 7 markeras att införda mått gäller mellanledsgrenar.

Bilaga 2. Förteckning över arbeten som helt eller delvis bygger på material från stora produktionsundersökningen

Appendix 2. List of published works based wholly or partly on material from the Yield Investigation.

- ANDERSSON, S.-O., 1953. Om tidpunkten för den årliga diametertillväxtens avslutande hos tall och gran. *Medd.*, 43: 5, 27 sid.
- CARBONNIER, Ch. 1963. Utvecklingen av metodiken vid tillväxtprognoser för skogsbestånd och en produktionstabell för vårtbjörk. *Svenskt jordbruk och skogsbruk 1913—1962. Minnesskrift utgiven av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien*, sid. 513—520.
- CARBONNIER, Ch., PATERSON, S. S. & PERSSON, O., 1962. An approach to Determining the Potential Productivity of Forests in Scandinavia and Finland. *Internationaler Verband Forstlicher Forschungsanstalten 13. Kongress, Wien, September 1961. 2 Teil Band 2. Berichte*.
- Cellulosaindustriens Centrallaboratorium 1961. Preliminär rapport över björkvedsundersökningen 1958—1960. *Medd. Cellulosaindustriens Centrallaboratorium, Ser. B Nr 44. April 1961*.
- EDGREN, V. & NYLINDER, P., 1949. Funktioner och tabeller för bestämning av avsmalning och formkvot under bark. Tall och gran i norra och södra Sverige. *Medd.*, 38: 7, 81 sid.
- EKLUND, B., 1949. Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningssmaskiner. Deras tillkomst, konstruktion och användning. *Medd.*, 38: 5, 77 sid.
- , 1954. Årsringsbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran inom norra Sverige åren 1900—1944. *Medd.*, 44: 8, 150 sid.
- , 1957 a. Om granens årsringsvariationer inom mellersta Norrland och deras samband med klimatet. *Medd.*, 47: 1, 63 sid.
- , 1957 b. Om mätning av årsringar och analys av årsringsmaterial särskilt med hänsyn till årsringsbreddens klimatiskt betingade variation. *Sammanfattande redogörelse. Akademisk avhandling. Stockholm*.
- ERICSON, B., 1960. Studies of the Genetical Wood Density Variation in Scots Pine and Norway Spruce. *Avd. för skogsprod., Statens skogsforskningsinst., Rapp. nr 4*, 52 sid.
- , 1961. Skogsträdsförädling med sikte på ökat massautbyte. Några preliminära forskningsresultat. *Serien uppsatser nr 81*, 12 sid. (Särtryck ur *Teknisk-Vetenskaplig Forskning*, 32: 4, sid. 194—203).
- , 1962. Möjligheterna att öka skogsväxten genom markförbättrande åtgärder. Diskussionsinlägg. *Sv. skogsvårdsf. tidskr.*, H. 2, sid. 195—202.
- , 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. (Effect of Thinning on the Basic Density and Content of Latewood and Heartwood in Scots Pine and Norway Spruce.) *Inst. för skogsprod., Skogshögskolan, Rapp. o. upps.*, 10, 328 sid.
- FRIES, J., 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Stud. For. Suec.*, 14, 303 sid.
- , 1965. Eigenvector analyses show that birch and pine have similar form in Sweden and British Columbia. *For. Chron.*, March 1965, 135—139.
- , 1967. Boniteringskurvornas konstruktion och tillämpning. *Symposium angående bonitering den 30.11.1967 vid skogshögskolan*, sid. 10—18.
- JONSSON, B., 1962. Om barrblandskogens volymproduktion. *Medd.*, 50: 8, 143 sid.
- , 1969. Studier över den av väderleken orsakade variationen i årsringsbredderna hos tall och gran i Sverige. *Inst. för skogsprod., Skogshögskolan, Rapp. o. upps. nr 16*, 297 sid.
- LUNDMARK, J.-E., 1966. Olika ståndortsfaktorerers inverkan på skogsmarkens bonitet. *Sv. skogsvårdsf. tidskr.*, H. 6, sid. 609—634.
- , 1967 a. Höjdbonitetens beroende av några ståndortsfaktorer. *Inst. västekologi o. marklära: avd. skogsekologi, Skogshögskolan. Stencil*.
- , 1967 b. Bestämning av höjdboniteten med hjälp av ståndortsfaktorer. *Symposium angående bonitering den 30. 11.1967 vid skogshögskolan. (Stencil)*, sid. 54—73.

- NYLINDER, P., 1951. Beräkning av höstvedhalt och medelårsringsbredd. *Medd.*, 40: 10, 40 sid.
- , 1955. Undersökningar över utbyte och kvalitet av sulfitmassa m. m. *Norsk Skogsindustri*, H. 4.
- , 1958 a. Synpunkter på granvirkets kvalitet med hänsyn till sulfitprocessen. *Sv. Papperstidning*, 61, sid. 712—717.
- , 1958 b. Synpunkter på produktionens kvalitet. *Skogen*, H. 4, sid. 100—102.
- , 1958 c. Synpunkter på produktionens kvalitet II. *Skogen*, H. 23, sid. 714—718.
- , 1963. Vedegenskaper och pappersmasseutbyte, *Svenskt jordbruk och skogsbruk 1913—1962. Minnesskrift utgiven av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien*.
- NYLINDER, P. & HÄGGLUND, E., 1954. Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran. *Medd.*, 44: 11, 184 sid.
- PETTERSON, H., 1955. Barrskogens volymproduktion. *Medd.* 45: 1 A, 391 sid.
- TAMM, C. O. & CARBONNIER, Ch., 1961. Växtnäringen som skoglig produktionsfaktor. *Serien uppsatser nr 82*. (Särtryck ur *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskr.*, H. 1—2, sid. 95—124).
- TAMM, C. O., TROEDSSON, T., LUNDMARK, J.-E. & PERSSON, O., 1967. Forecasting forest yield from observations of site characteristics. A critical discussion. 14. *IUFRO-Kongress, Referate* 2. München.

Medd. = Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut.